

Atlas parametrów meteorologicznych na stacji pomiarowej w Kopytkowie (Biebrzański Park Narodowy) w roku 2013

Krzysztof Fortuniak
Włodzimierz Pawlak



Katedra Meteorologii i Klimatologii WNG UŁ

Łódź 2016

**Atlas parametrów meteorologicznych
na stacji pomiarowej w Kopytkowie
(Biebrzański Park Narodowy)
w roku 2013**

Krzysztof Fortuniak
Włodzimierz Pawlak

Katedra Meteorologii i Klimatologii WNG UŁ
Łódź 2016

Recenzent: dr Mariusz Zieliński

Redakcja techniczna i skład komputerowy:

Krzysztof Fortuniak

Iwona Gajda-Pijanowska

Praca wykonana w ramach projektu "Bilans absorpcji i emisji gazów cieplarnianych (metanu, dwutlenku węgla i pary wodnej) na obszarach bagiennych (studium Biebrzańskiego Parku Narodowego)", sfinansowanego ze środków Narodowego Centrum Nauki przyznanych na podstawie decyzji numer DEC-2011/01/B/ST10/07550. Autorzy dziękują Dyrekcji Biebrzańskiego Parku Narodowego za umożliwienie prowadzenia badań na terenie Parku, Dyrekcji IMGW-PIB za udostępnienie danych ze stacji pomiarowych oraz Państwu Krystynie i Adamowi Raczkowskim z gospodarstwa agroturystycznego „Dworek na końcu świata” za opiekę nad stanowiskiem pomiarowym.

© Copyright by Katedra Meteorologii i Klimatologii WNG UŁ, Łódź 2016

ISBN 978-83-944039-1-1

Wydawca:

Katedra Meteorologii i Klimatologii WNG UŁ

ul. Narutowicza 88

90-139 Łódź

tel. +48-42-6655954

fax. +48-42-6655951

e-mail: meteo@geo.uni.lodz.pl

Spis treści

1. Wstęp	5
2. Charakterystyka stanowiska pomiarowego i wykorzystanych danych	7
2.1. Stanowisko i dane pomiarowe z Kopytkowa	7
2.2. Dane meteorologiczne ze stacji IMGW-PIB	10
3. Warunki meteorologiczne w północno-wschodniej Polsce w roku 2013 na tle warunków wieloletnich.....	12
3.1. Temperatura powietrza	12
3.2. Opad	19
3.3. Wilgotność względna	31
3.4. Zachmurzenie	38
3.5. Prędkość wiatru.....	45
4. Cechy charakterystyczne rocznej zmienności parametrów meteorologicznych w Kopytkowie w roku 2013	52
5. Przebiegi parametrów meteorologicznych w Kopytkowie w kolejnych tygodniach 2013 roku.....	65
6. Spis literatury	119

1. Wstęp

Obszary bagienne, mimo iż pokrywają stosunkowo niewielką część powierzchni Ziemi, pełnią istotną rolę w światowym systemie klimatycznym. Są one głównym naturalnym źródłem metanu – jednego z podstawowych gazów cieplarnianych. Z drugiej strony węgiel wiązany z atmosferycznego dwutlenku węgla w procesie fotosyntezy jest przez tysiąclecia akumulowany w glebach torfowych. W nieco bardziej lokalnej skali bagna wpływają na klimat poprzez odmienny od suchszych terenów rolniczych bilans cieplny powierzchni Ziemi. W Polsce do najrozleglejszych należą mokradła biebrzańskie. Są to jednocześnie jedne z najcenniejszych przyrodniczo obszarów Polski. Znajdujące się na ich terenie torfowiska alkaliczne, przejściowe i wysokie stanowią największy kompleks tego typu w Europie Środkowej (Banaszuk, 2004; Maksymiuk i in., 2008). Utworzony na obszarze Doliny Biebrzy Biebrzański Park Narodowy ma za zadanie ochronę tych unikatowych walorów ekologicznych. Położona w północno-wschodniej Polsce Kotlina Biebrzańska rozciąga się na długości ponad 100 km i obejmuje obszar ponad 250 tys. ha (Banaszuk i Micun, 2009). Dolina ta nie jest formą jednolitą pod względem przyrodniczym. Na jej obszarze wydzielono trzy jednostki geomorfologiczne nazywane basenami (Okruszek i Oświt, 1969; Pałczyński, 1975; Żurek, 1975, 1990): górny, środkowy i dolny. Prawdopodobnie najciekawszy Basen Środkowy kształtem przypomina trapez o wymiarach 20 x 40 km. Pomimo znacznego stopnia przekształcenia jego zachodniej części, zwłaszcza prac melioracyjnych w XIX i XX wieku, obszar ten cechują zbliżone do naturalnych warunki przyrodnicze. W ostatnich latach podjęto zresztą szereg działań mających na celu dalszą renaturyzację tych obszarów. W Basenie Środkowym na szczególną uwagę zasługuje „Czerwone Bagno”, które w badaniach ekosystemów bagiennych może być wręcz uznawane za obszar referencyjny (Wassen i in., 2002).

W związku z tym, że wymiana gazowa pomiędzy powierzchnią Ziemi a atmosferą jest dla obszarów bagiennych Polski bardzo słabo poznana, w końcu 2012 roku w ramach realizacji projektu finansowanego przez NCN 2011/01/B/ST10/07550 “Bilans absorpcji i emisji gazów cieplarnianych (metanu, dwutlenku węgla i pary wodnej) na obszarach bagiennych (studium Biebrzańskiego Parku Narodowego)” Katedra Meteorologii i Klimatologii WNG UŁ rozpoczęła regularne pomiary strumieni gazów cieplarnianych w Basenie Środkowym Biebrzy w okolicy wsi Kopytkowo. Głównym celem utworzonej wtedy stacji meteorologicznej są pomiary pozwalające na wyznaczenie strumieni turbulencyjnych metodą kowariancji wirów. Jednocześnie wykonywane są standardowe pomiary meteorologiczne. Ponieważ na obszarze Biebrzańskiego Parku Narodowego prowadzone są liczne badania przyrodnicze (Bartoszuk, 2016), niejednokrotnie zachodzi konieczność określenia szczegółowych warunków meteorologicznych panujących w trakcie prowadzonych prac oraz ich odniesienia do warunków klimatycznych panujących w rejonie. Dlatego chociaż standardowe pomiary parametrów meteorologicznych w Kopytkowie nie są głównym celem prowadzonych tam badań, zdecydowano się na publikację ich wyników.

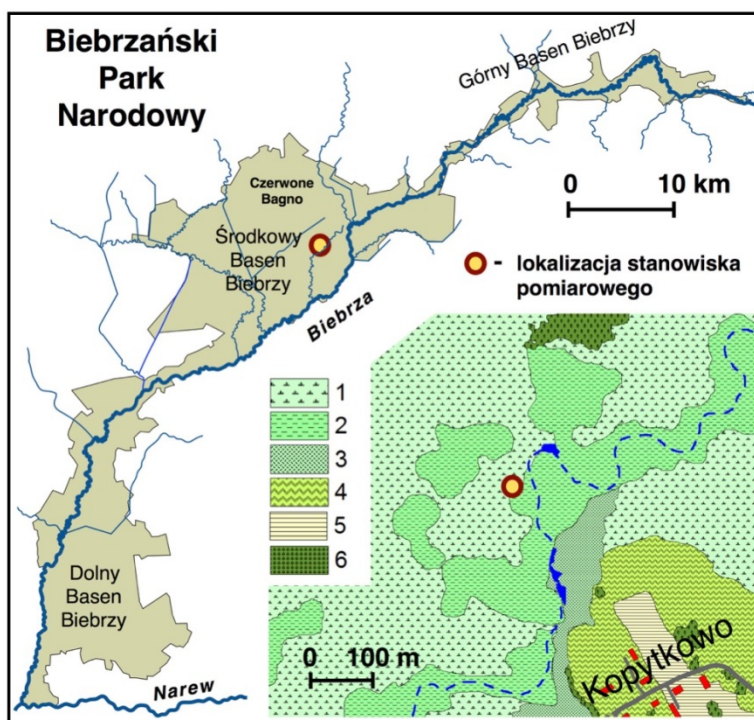
Podstawowym celem podjętego opracowania jest określenie warunków meteorologicznych w Kopytkowie w roku 2013 oraz charakterystyka tego roku na tle zmienności wieloletniej klimatu w regionie. W tym celu zdecydowano się, aby opracowanie

miało formę atlasu, w którym wyniki pomiarów przedstawiono w formie wykresów i tabel, opatrzonych jedynie krótkim komentarzem podkreślającym główne cechy charakterystyczne badanego roku. Ponieważ pomiary prowadzone są w Kopytkowie w dalszym ciągu, zamysłem autorów jest kontynuacja analiz rocznych warunków meteorologicznych w postaci kolejnych atlasów. Graficzna prezentacja wyników badań pozwala na szybkie odniesienie się do warunków panujących w danym okresie, bez konieczności wykonywania dodatkowych analiz i poszukiwania surowych danych, co niejednokrotnie bywa kłopotliwe zwłaszcza dla niespecjalistów z zakresu klimatologii. Niejednokrotnie też na szczegółową analizę warunków meteorologicznych danego roku nie ma miejsca w bardziej syntetycznych artykułach naukowych. Prezentowane wyniki mogą być też użyteczne dla licznych turystów odwiedzających Biebrzański Park Narodowy czy społeczności miejscowej.

2. Charakterystyka stanowiska pomiarowego i wykorzystanych danych

2.1. Stanowisko i dane pomiarowe z Kopytkowa

Stacja meteorologiczna Katedry Meteorologii i Klimatologii Wydziału Nauk Geograficznych Uniwersytetu Łódzkiego w Biebrzańskim Parku Narodowym położona jest w niewielkiej (dwa gospodarstwa) wsi Kopytkowo w Środkowym Basenie Biebrzy. Współrzędne punktu pomiarowego to: 53°35'30,8"N, 22°53'32,4"E, 109 m n.p.m. Stanowisko pomiarowe umieszczone zostało ok. 350 m na północ od zabudowań gospodarstwa agroturystycznego „Dworek na końcu świata”, za trudnym do zlokalizowania ze względu na całkowite pokrycie trzcinowiskiem, korytem rzeki Kopytkówki (rys. 2.1). Klatkę pomiarową ulokowano na podmokłym turzycowisku kilka metrów za zbiorowiskiem trzcin oddzielającym ją od Kopytkowa. W odległości kilku kilometrów w kierunku północnym i północno-zachodnim od miejsca wykonywania pomiarów rozciąga się słynne „Czerwone Bagno”. Szczegółowe informacje dotyczące warunków geologicznych, paleobotanicznych, wodnych i szaty roślinnej mokradła w Kopytkowie oraz najbliższego otoczenia posterunku pomiarowego można znaleźć w pracach Okupny i in. (2016), Ziulkiewicz i in. (2014), Fortuniak i in. (2016).



Rys. 2.1. Położenie stanowiska pomiarowego w Biebrzańskim Parku Narodowym oraz szkic najbliższego otoczenia punktu pomiarowego. Oznaczenia legendy: 1 – turzycowiska; 2 – trzcinowiska; 3 – szuwar tatarakowy; 4 – łąki; 5 – pola uprawne; 6 – zalesienia

Aparatura pomiarowa zainstalowana została na bazie metalowej klatki (rys. 2.2) o wymiarach 1 x 1 x 1,2 m (szer./głęb./wys.), przymocowanej na wysokości 0,6 m nad gruntem (wysokość, na której znajduje się podstawa klatki) do 4 wsporników o wysokości 3 m każdy. Na górze dwóch wsporników, po przekątnej, na kierunku północ-południe, zamontowano poziomy wysięgnik, do którego od strony północnej (krótsze ramię) przymocowane są czujniki szybkozmienne, a od południowej (dłuższe ramię) czujniki promieniowania. W klatce umieszczono rejestrator CR5000 (Campbell Sci.) zbierający dane z podłączonych do niego czujników meteorologicznych. Dane te przesyłane są następnie do komputera przemysłowego TANK-101B (IEI Integration Corp.), na którym są archiwizowane. Komputer umożliwia również zdalną kontrolę systemu za pomocą modemu sieci komórkowej. Wyniki standardowych pomiarów meteorologicznych rejestrowane są co 5 minut i dopisywane do pliku wynikowego w komputerze. Pomiary te obejmują:

- składowe bilansu radiacyjnego (saldo promieniowania) uwzględniające mierzone niezależnie całkowite promieniowanie krótkofalowe dochodzące do powierzchni Ziemi (K_d), odbite promieniowanie krótkofalowe (K_u), długofalowe promieniowanie zwrotne atmosfery (L_d), oraz promieniowanie długofalowe skierowane od powierzchni Ziemi do atmosfery (L_u), na które składa się promieniowanie własne powierzchni Ziemi i odbita część promieniowania zwrotnego atmosfery. Składowe bilansu radiacyjnego mierzone są za pomocą radiometru różnicowego CNR1 (Kipp&Zonen) umieszczonego na wysięgniku w odległości 3,15 m od krawędzi klatki na wysokości 2,7 m;
- promieniowanie fotosyntetycznie aktywne (PAR – ang. *Photosynthetically Active Radiation*) – mierzone niezależnie promieniowanie PAR dochodzące do powierzchni (PAR_d) i odbite od powierzchni Ziemi (PAR_u) i wyrażone w postaci gęstości strumienia fotonów aktywnych fotosyntetycznie (PPFD – ang. *Photosynthetic Photon Flux Density*). Pomiary te wykonywane są przez parę dwóch niezależnych czujników PQS1 (Kipp&Zonen), z których jeden jest skierowany do góry, a drugi do powierzchni Ziemi. Sparowanie tych czujników pozwala na wyznaczenie albedo również w tym zakresie promieniowania. Czujniki zamontowane są na tym samym wysięgniku co radiometr różnicowy;
- temperaturę i wilgotność względną powietrza mierzone na dwóch wysokościach 2,2 m i 0,5 m przy pomocy sond HMP60 (Vaisala);
- prędkość i kierunek wiatru mierzone niezależnie przez zestaw anemometru czasowego ARG100 (Campbell Sci.) i wskaźnika kierunku wiatru W200P (Campbell Sci.) – oba czujniki umieszczone na wysokości 3 m, oraz przez anemometr akustyczny 81000 (R.M. Young) będący częścią systemu kowariancji wirów, którego środek ścieżki pomiarowej znajduje się na wysokości 3,7 m;
- opad atmosferyczny, do pomiarów którego wykorzystano deszczomierz ARG100 (Campbell Sci.), umieszczony na jednym ze wsporników klatki, nad jej górnym poziomem na wysokości 2,25 m. Deszczomierz nie jest podgrzewany, co może wpływać na zaniżenie pomiarów opadu śniegu w sezonie zimowym;
- ciśnienie atmosferyczne – czujnik CS100 (Campbell Sci.), umieszczony wewnątrz klatki;

- temperaturę gruntu – czujnik Pt100 (Campbell Sci.), umieszczony na głębokości 5 cm w odległości ok. 2 m od klatki;
- wilgotność objętościową gruntu mierzoną czujnikiem CS616 (Campbell Sci.) na głębokości 20 cm;
- strumień ciepła do gruntu – czujnik HFP01SC (Campbell Sci.) na głębokości 20 cm.

Niezależnie od wymienionych powyżej, z częstotliwością 10 Hz wykonywane są szybkozmienne pomiary trzech składowych ruchu powietrza i temperatury (wspomniany już anemometr 81000 R.M. Young), stężenia pary wodnej i dwutlenku węgla (analizator gazowy Li-7500 Li-cor) oraz stężenia metanu (analizator gazowy Li-7500 Li-cor). Środek ścieżki pomiarowej tych czujników znajduje się na wysokości 3,7 m. Wyniki pomiarów szybkozmiennych zapisywane są na dysku twardym komputera w plikach 15-minutowych i wykorzystywane do wyznaczania turbulencyjnych strumieni pędu, ciepła i badanych gazów cieplarnianych. Opis metodyki pomiarów metodą kowariancji wirów, ze szczególnym uwzględnieniem pomiarów w Kopytkowie, omówiono w oddzielnej monografii (Fortuniak red., 2016). Typowe wartości strumieni dwutlenku i metanu przedstawiono we wcześniejszych pracach autorów (Fortuniak i in., 2013, 2014, 2017). Porównanie strumienia metanu na bagnie biebrzańskim i w Łodzi zawiera opracowanie Pawlaka i in. (2016), a turbulencyjnego strumienia pary wodnej w publikacja Siedleckiego i in. (2016). Dlatego w niniejszym opracowaniu wyniki pomiarów strumieni turbulencyjnych nie zostaną zaprezentowane.



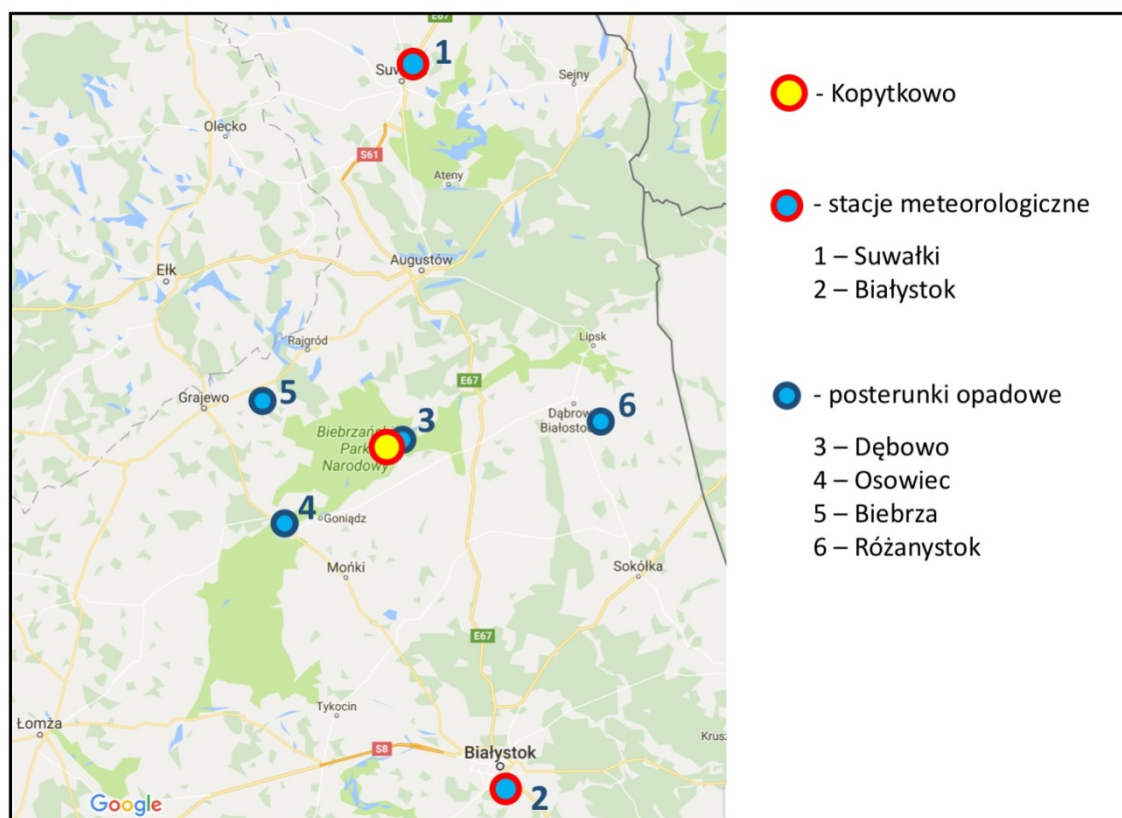
Rys. 2.2. Widok stanowiska pomiarowego w Kopytkowie

2.2. Dane meteorologiczne ze stacji IMGW-PIB

W celu zobrazowania klimatycznego tła pogody w roku 2013 w Kopytkowie krótko scharakteryzowano wieloletnią zmienność wybranych parametrów meteorologicznych w północno-wschodniej Polsce. Wykorzystano w tym celu otrzymane z IMGW-PIB dane meteorologiczne ze stacji w Białymstoku i w Suwałkach z lat 1981–2015 obejmujące:

- średnią dobową temperaturę powietrza,
- średnią dobową wilgotność względną,
- dobową sumę opadów,
- średnią dobową prędkość wiatru,
- średnią dobową wielkość zachmurzenia.

Ze względu na nieciągły charakter i dużą zmienność czasowo-przestrzenną opadu atmosferycznego, aby lepiej scharakteryzować ten parametr, w opracowaniu wykorzystano dodatkowo sumy dobowe opadu ze znajdujących się bliżej Kopytkowa posterunków opadowych IMGW: Dębowo, Osowiec, Różanystok i Biebrza Pieńczykówek (rys. 2.3) z lat 2001–2015.



Rys. 2.3. Lokalizacja stacji meteorologicznych i posterunków opadowych IMGW oraz stacji w Kopytkowie (źródło mapy podkładowej: Google)

Odległość od Kopytkowa do stacji meteorologicznej w Białymstoku to ok. 57 km (azymut 160°), do stacji w Suwałkach ok. 60 km (azymut 4°), można więc przyjąć, że stacja w Kopytkowie położona jest dokładnie pomiędzy stacjami w Białymstoku i w Suwałkach.

Jednakże ze względu na specyfikę klimatu basenu Biebrzy nie musi to oznaczać, że wartości parametrów meteorologicznych będą prostym uśrednieniem wartości z tych stacji.

Spośród posterunków opadowych najbliższej stacji w Kopytkowie położony jest posterunek w Dębowie – jest to zaledwie 3,2 km (azymut 52°), Biebrza 22 km (azymut 288°), Osowiec 20 km (azymut 234°), Różanystok 34 km (azymut 82°).

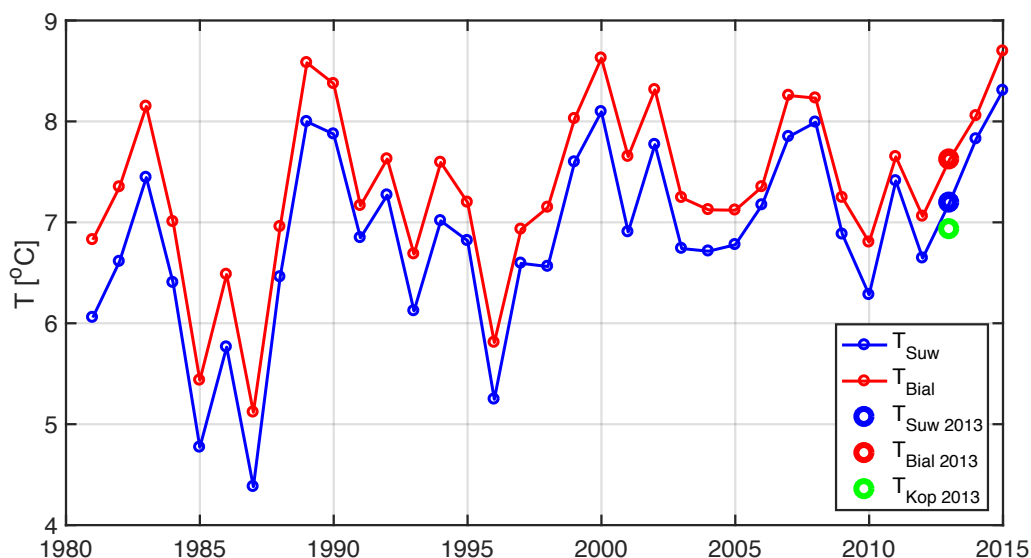
3. Warunki meteorologiczne w północno-wschodniej Polsce w roku 2013 na tle warunków wieloletnich

3.1. Temperatura powietrza

Temperatura powietrza jest jednym z podstawowych parametrów meteorologicznych stosowanych do charakterystyki zarówno warunków pogodowych, jak i klimatycznych. Rejony północno-wschodniej Polski należą do najzimniejszych w kraju. Średnia roczna temperatura powietrza w badanym okresie 1981–2015 wynosiła 7,4°C w Białymstoku i 6,9°C w Suwałkach (tab. 3.1.1). Najzimniejszym miesiącem był styczeń ze średnią miesięczną poniżej –3°C, najcieplejszym lipiec ze średnią ok. 18°C. Średnie dobowe temperatury w badanym 35-leciu zmieniały się w Białymstoku od –25,3°C do 26,6°C, a w Suwałkach od –26,5°C do 27,8°C.

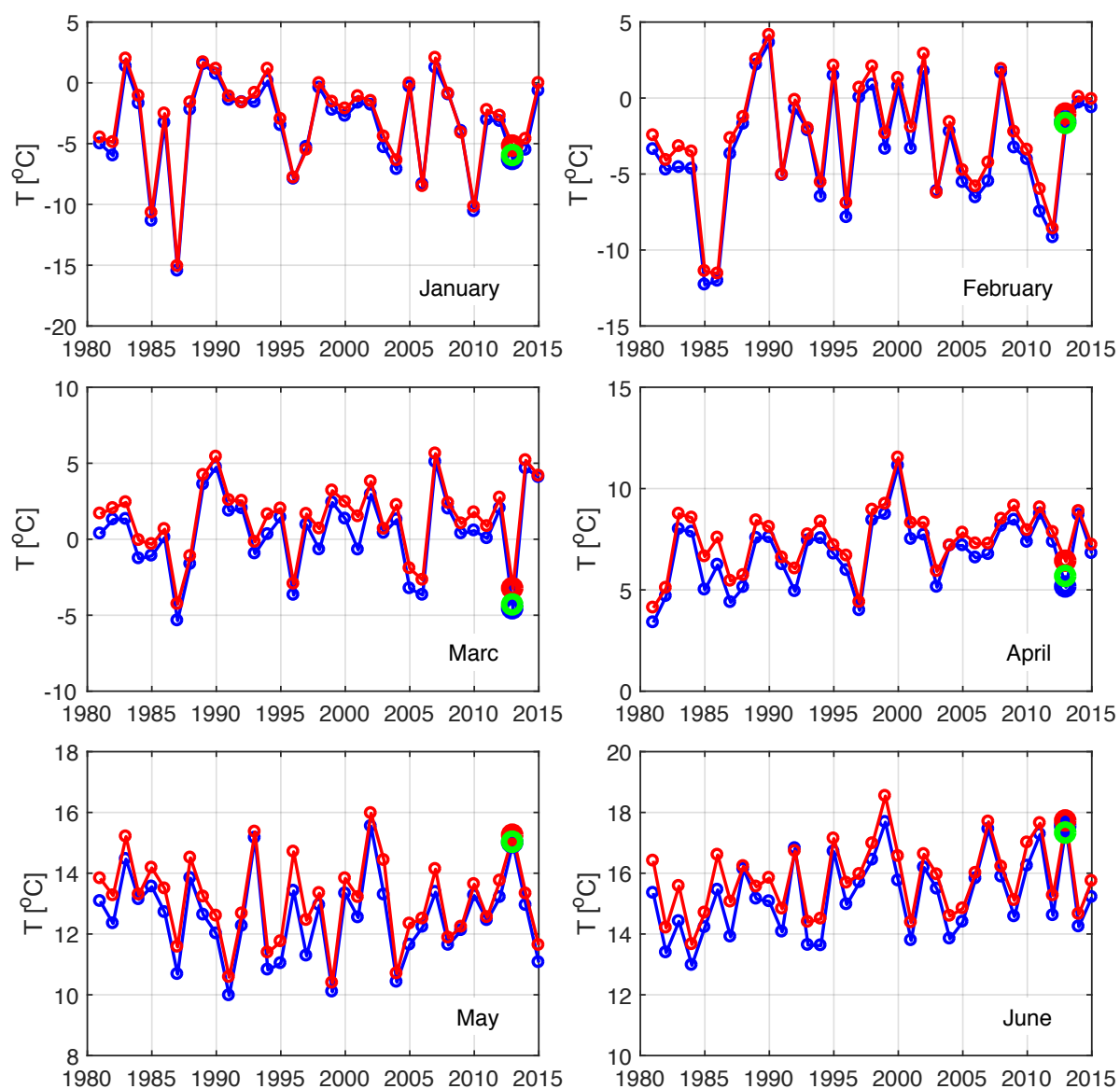
Analizując warunki termiczne w północno-wschodniej Polsce, rok 2013 należy uznać za przeciętny, nieco cieplejszy od średniej. Temperatura powietrza w Białymstoku i w Suwałkach była w tym roku wyższa o ok. 0,2–0,3°C od średniej wieloletniej (rys. 3.1.1, tab. 3.1.1), nie przekraczała jednak wartości górnego kwartyla. W Kopytkowie średnia roczna temperatura była niższa niż na obu stacjach synoptycznych o ok. 0,3°C w stosunku do Suwałk i ok. 0,7°C w stosunku do Białegostoku.

Rok 2013 w regionie północno-wschodniej Polski charakteryzował się wyjątkowo zimnym marcem. Niższą temperaturę tego miesiąca w badanym 35-leciu zanotowano jedynie w 1987 roku (rys. 3.1.2). Relatywnie niską temperaturę w 2013 roku odnotowano też w styczniu, w kwietniu i we wrześniu – średnie miesięczne były dla tych miesięcy niższe (bądź równe) od dolnego kwartyla z lat 1981–2015 (rys. 3.1.3). Wyjątkowo niska temperatura w marcu i częściowo w kwietniu była wynikiem długotrwałego okresu chłodu trwającego mniej więcej od 8 marca do końca pierwszej dekady kwietnia (rys. 3.1.4). W całym tym okresie zanotowano temperatury dobowe zbliżone do najniższych z wielolecia. W Kopytkowie nocami temperatura spadała wtedy do prawie –20°C (rozdz. 4). W styczniu niskie temperatury decydujące o obniżeniu wartości średniej tego miesiąca obserwowano w jego drugiej połowie. W świetle statystyk przedstawionych w tabeli 3.1.1 i zobrazowanych na rysunku 3.1.3 również wrzesień należy uznać za stosunkowo chłodny. Zadecydował o tym głównie chłodny okres na przełomie września i października (rys. 3.1.4). W październiku został on skompensowany przez rekordowo ciepły koniec miesiąca, natomiast we wrześniu, w którym temperatura przez pozostałą część miesiąca była zbliżona do wartości wieloletnich bądź niższa, znacząco wpłynął na obniżenie średniej.

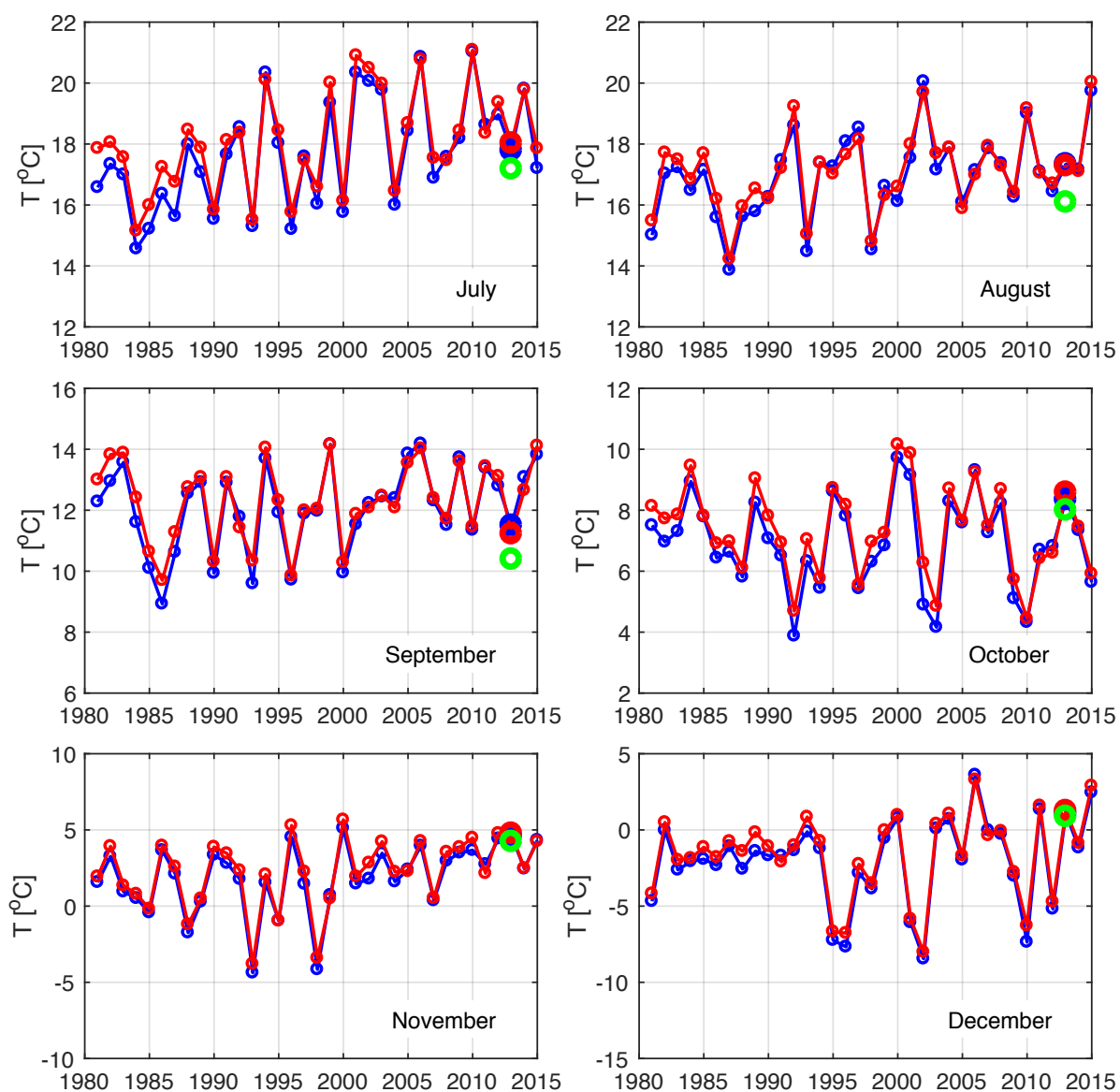


Rys. 3.1.1. Przebieg średniej rocznej temperatury w Białymstoku i w Suwałkach w latach 1981–2015. Większym symbolem wyróżniono temperaturę w roku 2013 na analizowanych stacjach oraz na posterunku pomiarowym w Kopytkowie

Stosunkowo ciepłe w 2013 roku były natomiast maj i czerwiec oraz listopad i grudzień – średnie temperatury miesięczne kształtowały się na poziomie percentyla 90% lub wyżej. W maju zadecydowały o tym dwa ciepłe okresy 8–10.05 i 17–20.05, w których maksymalne temperatury dobowe w Kopytkowie osiągały 25–27°C, a nocą temperatura nie spadała poniżej 11°C (rozdz. 4 i 5). W czerwcu wysokie temperatury zanotowano w drugiej połowie miesiąca, z maksimum w dniu 21.06, w którym maksymalna temperatura w Kopytkowie przekroczyła 30°C. Na wyższą średnią w listopadzie wpływ miało głównie utrzymywanie się podwyższonych temperatur przez cały miesiąc oraz wyjątkowo ciepłe dni 20–24.11 będące wynikiem adwekcji ciepłego powietrza z południowego wschodu. Na podwyższenie temperatury grudnia wpłynęła natomiast druga połowa tego miesiąca, zdecydowanie cieplejsza od średniej wieloletniej.



Rys. 3.1.2a. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach styczeń – czerwiec. Oznaczenia jak na rys. 3.1.1.



Rys. 3.1.2b. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych wartości temperatury powietrza w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach lipiec – grudzień. Oznaczenia jak na rys 3.1.1.

Tab. 3.1.1a. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich wartości temperatury powietrza w Białymstoku z lat 1981–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

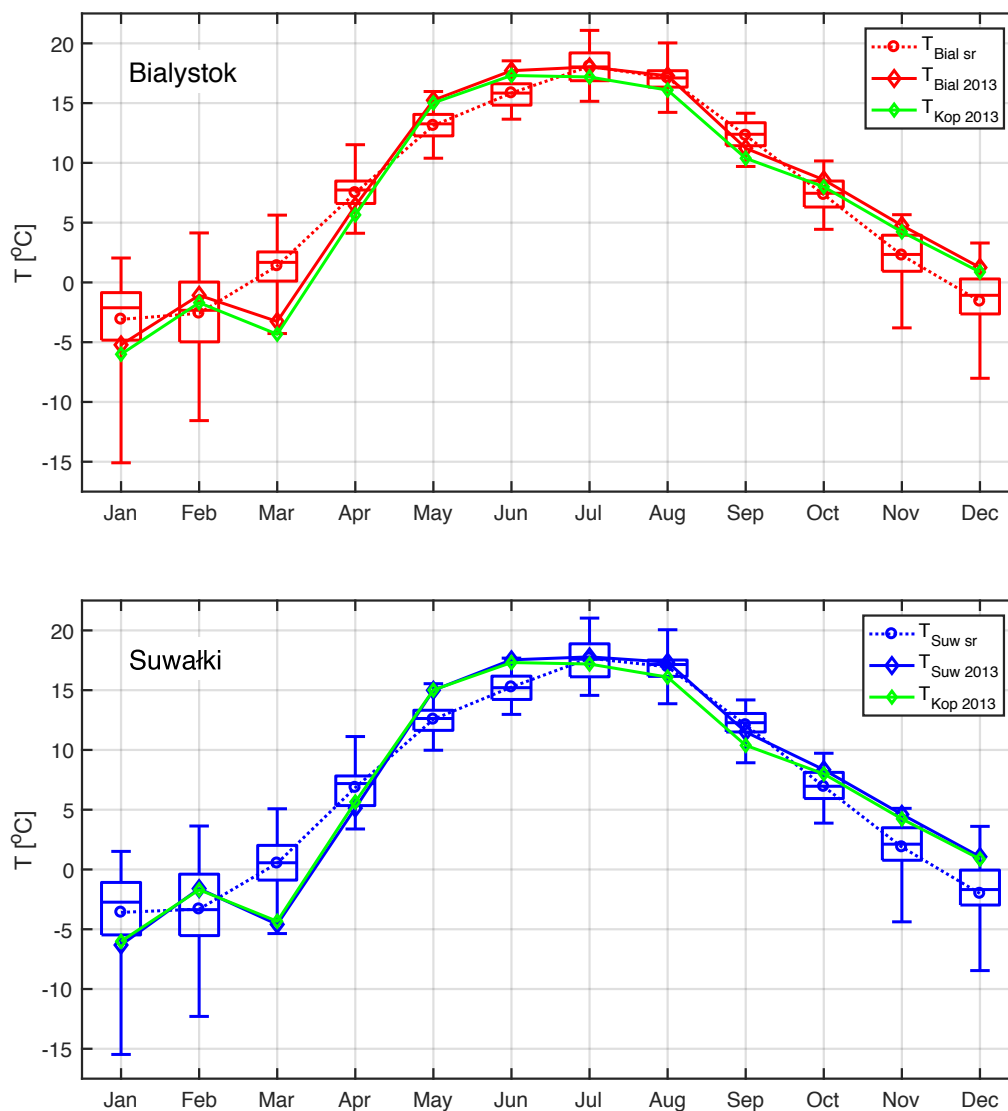
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
T_{sr}	−3,1	−2,6	1,4	7,5	13,1	15,8	18,1	17,1	12,3	7,3	2,3	−1,6	7,4
σ_T	3,9	3,8	2,4	1,5	1,4	1,2	1,6	1,3	1,3	1,5	2,3	2,8	0,8
T_{max}	2,0	4,1	5,6	11,5	16,0	18,5	21,1	20,0	14,2	10,2	5,7	3,3	8,7
$T_{p90\%}$	1,1	2,1	4,2	9,1	15,2	17,6	20,5	19,2	14,0	9,2	4,8	1,2	8,4
$T_{p75\%}$	−0,9	0,0	2,5	8,5	14,1	16,6	19,2	17,7	13,4	8,5	3,9	0,3	8,0
$T_{p50\%}$	−2,1	−2,3	1,7	7,7	13,3	15,8	18,0	17,1	12,4	7,5	2,3	−1,1	7,2
$T_{p25\%}$	−4,8	−5,0	0,1	6,6	12,3	14,8	16,9	16,3	11,4	6,3	0,9	−2,6	7,0
$T_{p10\%}$	−8,5	−6,9	−2,7	5,4	11,4	14,4	15,8	15,5	10,3	5,5	−1,0	−6,3	6,5
T_{min}	−15,1	−11,6	−4,3	4,1	10,4	13,7	15,2	14,2	9,7	4,4	−3,8	−8,0	5,1
T_{2013}	−5,2	−1,1	−3,3	6,4	15,2	17,7	18,0	17,3	11,2	8,6	4,8	1,2	7,6
$T_{2013 \text{ Kop.}}$	−6,0	−1,7	−4,3	5,6	15,0	17,3	17,2	16,1	10,4	8,0	4,2	0,9	6,9

Oznaczenia: T_{sr} – średnia temperatura z wielolecia, σ_T – odchylenie standardowe średnich miesięcznych, T_{min} – najniższa zanotowana w wieloleciu średnia temperatura miesięczna (lub roczna), T_{max} – najwyższa zanotowana w wieloleciu średnia temperatura miesięczna (lub roczna), $T_{p10\%}$ – percentyl 10%, $T_{p25\%}$ – percentyl 25% (górny kwartył), $T_{p50\%}$ – percentyl 50% (mediana), $T_{p75\%}$ – percentyl 75% (dolny kwartył), $T_{p90\%}$ – percentyl 90% (wszystkie statystyki wyznaczone na podstawie średnich miesięcznych lub rocznych), T_{2013} – średnie temperatury miesięczne i średnia roczna w roku 2013, $T_{2013 \text{ Kop.}}$ – średnie temperatury miesięczne i średnia roczna w roku 2013 w Kopytkowie

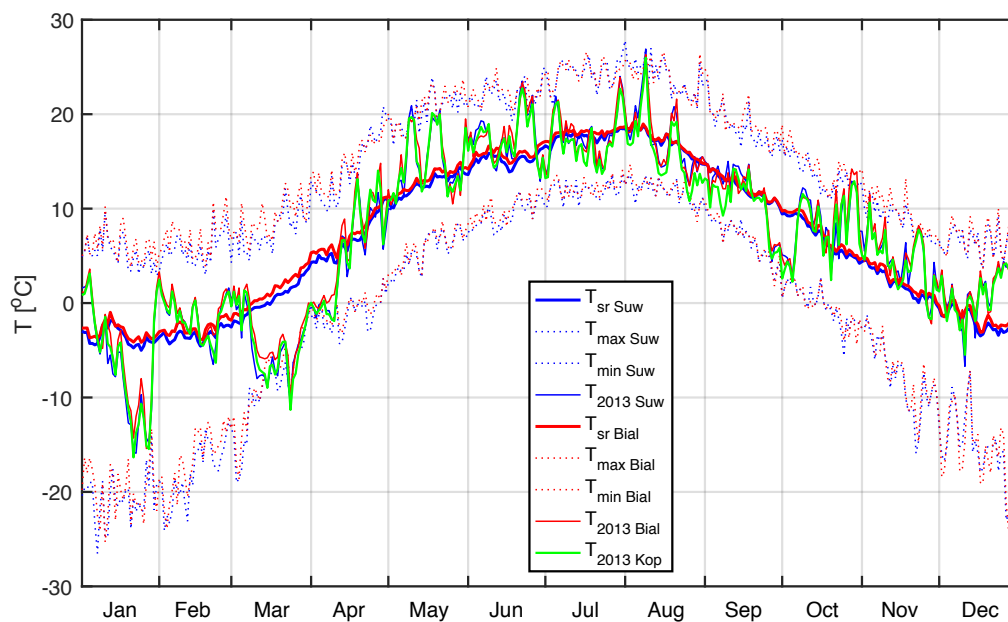
Tab. 3.1.1b. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich wartości temperatury powietrza w Suwałkach z lat 1981 – 2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
T_{sr}	−3,6	−3,3	0,5	6,8	12,6	15,3	17,7	16,9	12,1	6,9	1,9	−2,0	6,9
σ_T	3,8	3,9	2,6	1,6	1,4	1,3	1,8	1,4	1,4	1,5	2,3	2,9	0,9
T_{max}	1,5	3,6	5,1	11,1	15,5	17,7	21,0	20,1	14,2	9,7	5,1	3,6	8,3
$T_{p90\%}$	0,7	1,7	4,1	8,7	14,5	17,3	20,3	18,6	13,8	8,9	4,4	1,1	8,0
$T_{p75\%}$	−1,1	−0,4	2,0	7,8	13,3	16,2	18,9	17,5	13,1	8,1	3,5	−0,1	7,6
$T_{p50\%}$	−2,7	−3,4	0,6	7,2	12,6	15,2	17,6	17,1	12,3	7,0	2,1	−1,7	6,8
$T_{p25\%}$	−5,5	−5,5	−0,9	5,3	11,6	14,2	16,1	16,2	11,5	5,9	0,8	−3,0	6,5
$T_{p10\%}$	−8,3	−7,9	−3,7	4,7	10,7	13,6	15,3	15,0	9,9	4,9	−1,0	−7,2	5,8
T_{min}	−15,5	−12,3	−5,4	3,4	10,0	13,0	14,6	13,9	8,9	3,9	−4,4	−8,5	4,4
T_{2013}	−6,3	−1,6	−4,6	5,1	15,0	17,5	17,8	17,3	11,5	8,3	4,6	1,1	7,2
$T_{2013 \text{ Kop.}}$	−6,0	−1,7	−4,3	5,6	15,0	17,3	17,2	16,1	10,4	8,0	4,2	0,9	6,9

Oznaczenia jak w Tab. 3.1.1a.



Rys. 3.1.3. Roczna zmienność temperatury powietrza w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Na wykresie pudełkowym zaznaczono wartość maksymalną i minimalną, górny i dolny kwartył oraz medianę średnich wartości miesięcznych z lat 1981–2015. Linia przerywaną zaznaczono przebieg wartości średnich z całego okresu, linią ciągłą średnie miesięczne w roku 2013 na analizowanej stacji i w Kopytkowie



Rys. 3.1.4. Przebieg temperatury powietrza w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Dla kolejnych dni roku zaznaczono średnie wartości dobowe z lat 1981–2015 (T_{sr}), najwyższe (T_{max}) i najniższe (T_{min}) średnie dobowe oraz średnie dobowe w roku 2013 (T_{2013})

3.2. Opad

Opad atmosferyczny jest nieciągłym zjawiskiem meteorologicznym charakteryzującym się dużą zmiennością czasową i przestrzenną. Ograniczone rozmiary chmur konwekcyjnych powodujących opady o dużej intensywności powodują, że nawet na stosunkowo blisko położonych stacjach obserwować można znaczące różnice dobowych sum opadu. Zjawisko to w nieco mniejszym stopniu dotyczy miesięcznych czy rocznych sum opadów, lecz również i w tych przypadkach zróżnicowanie pola opadów może być znaczne na stosunkowo niewielkim obszarze. Dlatego w analizie warunków pluwialnych wykorzystano dane nie tylko ze stacji synoptycznych w Suwałkach i w Białymstoku, lecz również dane z posterunków opadowych w Dębowie, Osowcu, Różanystoku i Biebrzy Pieńczykówek. Dla posterunków opadowych dysponowano danymi z lat 2001–2015, podczas gdy dla dwóch stacji synoptycznych był to okres 1981–2015. Dlatego, w celach porównawczych, statystyki opadów dla stacji w Suwałkach i w Białymstoku podano zarówno dla pełnego, 35-letniego przedziału czasu, jak i dla krótszego 15-letniego.

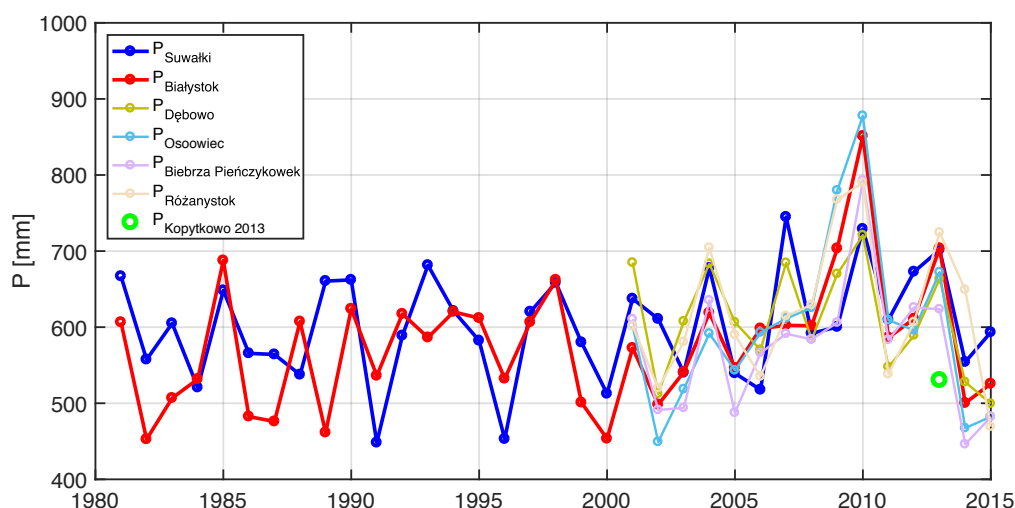
Średnia roczna suma opadów z 35-letniego okresu pomiarowego na stacjach w Białymstoku i w Suwałkach wynosi odpowiednio 578 mm i 602 mm (tab. 3.2.1). Wartości tego parametru zmieniały się w zakresie od 453 mm do 851 mm w Białymstoku i od 448 mm do 745 mm w Suwałkach. W tym świetle (rys. 3.2.1) rok 2013 z sumą opadów na obu stacjach odpowiednio 704 mm i 702 mm jawi się jako dość wilgotny przewyższający wartość percentyla 90%.

W perspektywie nieco wilgotniejszych lat 2001–2015 sumy roczne opadów roku 2013 w północno-wschodniej Polsce nie przekraczają percentyla 90%, a w przypadku najbliższego posterunku w Dębowie mieszczą się nawet w przedziale międzykwartylowym (tab. 3.2.2). Porównanie opadów średnich sum rocznych opadów na analizowanych stacjach wskazuje ponadto, iż w otoczeniu środkowego basenu Biebrzy są one generalnie niższe niż na stacjach w Białymstoku i w Suwałkach. Chociaż zanotowane w Dębowie 610 mm jest zbliżone do średniej z tych dwóch stacji, to opady w Osowcu (601 mm) i Biebrzy (575 mm) są nieco niższe.

Na stosunkowo dużą sumę opadów w roku 2013 główny wpływ miała wyjątkowo wysoka suma opadów we wrześniu (rys. 3.2.2, 3.2.3, 3.2.4) – prawie na wszystkich stacjach (z wyjątkiem Dębowa) była to najwyższa zanotowana suma opadów tego miesiąca. Na wybranych stacjach notowano wtedy sumy dobowe opadów przekraczające 50 mm (rys. 3.2.6, 3.2.8). Stosunkowo wysokie opady, przewyższające górny kwartył, notowano również w maju na stacjach Białystok, Suwałki, Osowiec i Biebrza oraz w kwietniu na stacjach Białystok, Dębowo, Osowiec, Biebrza i Różanystok. Ponadto poziom górnego kwartyła przekroczony został w lutym na stacjach Suwałki i Dębowo. Jednocześnie na żadnej stacji nie zanotowano w roku 2013 sumy miesięcznej niższej od dolnego kwartyła.

Analiza średnich sum dobowych opadów w kolejnych dniach roku (rys. 3.2.5, 3.2.7) dla pełnego 35-letniego okresu pomiarowego pozwala stwierdzić, że od początku roku do końca kwietnia utrzymują się one na mniej więcej stałym poziomie, nieco powyżej 1 mm, po czym gwałtownie wzrastają na początku maja do ok. 2 mm. Następnie obserwuje się w miarę regularny wzrost do maksimum na poziomie 3 mm w pierwszej połowie lipca, po czym następuje podobnie regularne zmniejszanie się sum opadów do połowy września z wyraźnie

niższymi wartościami na przełomie lipca i sierpnia. W drugiej połowie września uwidacznia się wyraźny spadek dobowych sum opadu do poziomu nieco poniżej 1,5 mm. Na tym poziomie opady pozostają mniej więcej do końca roku, z okresowo podwyższonymi wartościami na przełomie października i listopada. Istnienie „wyspy” podwyższonych sum opadów od maja do połowy września tłumaczyć można rozwojem w tym okresie chmur konwekcyjnych.



Rys. 3.2.1. Przebieg rocznych sum opadów w Białymstoku i w Suwałkach w latach 1981–2015 oraz na posterunkach opadowych w Dębowie, Osowiecu, Różanostoku i Biebrzy Pięćrzyków w latach 2001–2015. Większym symbolem zaznaczono opad w roku 2013 zarejestrowany na posterunku pomiarowym w Kopytkowie

Tab. 3.2.1a. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Białymstoku z lat 1981–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
P_{sr}	34,1	26,2	32,4	34,8	65,7	68,0	78,5	64,4	55,7	39,0	40,7	38,4	577,8
σ_P	18,8	13,2	15,4	19,4	25,7	38,7	33,7	38,3	36,4	25,9	18,5	15,0	83,6
P_{max}	94,8	57,1	66,6	85,3	114,2	227,1	184,0	209,3	167,2	117,5	81,4	64,6	851,2
$P_{p90\%}$	59,2	43,2	56,4	57,1	102,9	100,9	121,8	111,1	109,1	73,0	64,7	60,9	687,6
$P_{p75\%}$	45,5	32,3	40,2	47,8	82,9	81,2	94,9	78,4	64,7	51,8	50,5	51,0	616,0
$P_{p50\%}$	31,2	25,4	32,8	31,6	65,5	61,5	76,3	61,3	43,7	33,9	34,5	37,5	586,4
$P_{p25\%}$	20,6	16,0	19,4	21,2	52,0	43,2	55,9	41,5	29,7	20,4	29,4	28,8	511,5
$P_{p10\%}$	11,9	9,3	16,4	11,8	29,8	32,7	37,4	23,5	21,5	8,2	21,6	17,6	476,0
P_{min}	4,2	3,1	5,6	3,7	9,4	25,8	5,0	5,2	12,8	2,8	9,0	11,8	452,6
P_{2013}	40,7	30,1	23,4	50,8	103,7	62,9	89,6	64,5	167,2	11,2	34,1	25,4	703,6
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia: P_{sr} – średnia miesięczna (lub roczna) suma opadów z wielolecia, σ_P – odchylenie standardowe sum miesięcznych (lub rocznych), P_{min} – najniższa zanotowana miesięczna (lub roczna) suma opadów, P_{max} – najwyższa zanotowana miesięczna (lub roczna) suma opadów, $P_{p10\%}$ – percentyl 10%, $P_{p25\%}$ – percentyl 25% (górny kwartyl), $P_{p50\%}$ – percentyl 50% (mediana), $P_{p75\%}$ – percentyl 75% (dolny kwartyl), $P_{p90\%}$ – percentyl 90% (wszystkie statystyki wyznaczone na podstawie sum miesięcznych lub rocznych), P_{2013} – sumy miesięczne i suma roczna w roku 2013, $P_{2013 \text{ Kop.}}$ – sumy miesięczne i suma roczna w roku 2013 w Kopytkowie

Tab. 3.2.1b. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Suwałkach z lat 1981–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$P_{\text{śr}}$	39,5	27,9	35,2	33,0	56,9	70,1	84,5	68,1	55,8	45,6	44,6	40,4	601,6
σ_P	22,6	14,0	16,7	18,1	24,2	32,0	38,2	37,6	35,4	29,2	17,4	13,7	70,7
P_{max}	107,5	77,6	77,7	74,2	135,5	149,4	203,2	147,3	153,6	141,7	88,6	73,6	744,8
$P_{p90\%}$	62,2	42,0	57,3	60,4	84,4	110,5	126,4	130,7	113,0	74,9	71,2	57,7	681,4
$P_{p75\%}$	53,5	32,3	47,9	46,0	68,7	86,3	109,0	87,1	75,3	58,5	54,8	48,8	660,0
$P_{p50\%}$	31,6	26,7	36,4	31,2	54,7	69,3	83,1	64,6	41,7	42,9	40,3	40,2	600,3
$P_{p25\%}$	23,8	20,0	21,2	18,3	41,1	47,6	60,6	37,7	30,7	24,7	33,7	30,1	555,0
$P_{p10\%}$	17,3	10,8	12,0	10,4	31,0	27,9	41,3	18,6	20,4	14,6	22,9	22,9	517,7
P_{min}	12,1	3,2	9,0	5,6	13,5	11,9	18,6	11,7	14,0	3,1	20,6	14,6	448,2
P_{2013}	34,9	42,0	25,2	44,6	79,5	82,2	93,9	49,4	153,6	31,5	34,8	30,1	701,7
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia jak w Tab. 3.2.1a.

Podobną zmiennością cechuje się przebieg dobowych sum opadów dla krótszego okresu pomiarowego (rys. 3.2.7), lecz zwłaszcza w ciepłej połowie roku jest on maskowany poprzez przypadkowe fluktuacje skutkujące pojawianiem się podwyższonych wartości w połowie maja, pierwszej połowie lipca i na przełomie pierwszej i drugiej dekady sierpnia.

Nieciągły charakter opadów atmosferycznych i ich duża zmienność powodują, że dane z roku 2013 jedynie w niewielkim stopniu odzwierciedlają wspomniane wyżej prawidłowości (rys. 3.2.6, 3.2.8).

Tab. 3.2.2a. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Białymstoku z lat 2001–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$P_{\text{śr}}$	40,0	29,0	29,7	29,6	76,0	63,7	88,8	76,7	52,9	39,8	40,8	37,0	604,0
σ_P	20,3	14,1	13,2	15,6	24,0	32,2	37,8	49,5	43,5	28,0	20,1	15,4	91,8
P_{max}	94,8	57,1	57,4	56,8	109,8	148,4	184,0	209,3	167,2	117,5	81,4	60,9	851,2
$P_{p90\%}$	62,9	53,8	52,6	50,8	103,7	108,7	133,5	126,4	115,4	64,2	81,2	59,3	703,6
$P_{p75\%}$	45,5	31,7	36,7	43,0	97,7	77,2	97,2	102,9	56,8	51,8	50,3	50,5	616,9
$P_{p50\%}$	36,1	28,7	29,6	28,9	74,4	61,5	89,6	64,5	40,6	33,9	34,5	37,5	598,2
$P_{p25\%}$	29,2	22,4	19,5	21,6	64,0	44,2	60,7	46,6	24,3	23,7	26,9	26,1	542,2
$P_{p10\%}$	23,4	14,5	17,1	7,3	51,6	29,7	47,2	23,5	20,7	11,2	24,0	13,1	500,3
P_{min}	4,2	3,1	9,6	3,7	18,6	25,8	37,4	5,2	17,2	3,6	9,0	11,8	498,2
P_{2013}	40,7	30,1	23,4	50,8	103,7	62,9	89,6	64,5	167,2	11,2	34,1	25,4	703,6
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia jak w Tab. 3.2.1a.

Tab. 3.2.2b. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Suwałkach
z lat 2001–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$P_{\text{śr}}$	43,3	31,0	33,2	28,0	63,0	65,5	96,7	79,0	56,7	48,8	40,0	36,3	621,4
σ_P	23,9	16,9	14,7	12,8	26,0	31,7	43,3	40,4	40,3	33,1	15,3	11,0	70,9
P_{max}	107,5	77,6	58,8	51,7	135,5	128,9	203,2	147,3	153,6	141,7	71,2	54,5	744,8
$P_{p90\%}$	64,2	50,3	51,6	48,5	79,5	97,6	154,3	134,2	118,2	74,6	61,2	49,1	729,0
$P_{p75\%}$	57,9	37,0	45,2	33,6	74,8	84,2	114,0	111,7	74,1	67,6	50,2	44,2	676,5
$P_{p50\%}$	34,9	28,9	33,0	28,4	57,3	69,3	91,2	67,6	40,2	48,9	40,3	35,4	609,8
$P_{p25\%}$	26,6	20,6	25,0	18,9	50,1	41,3	78,2	49,7	27,4	24,7	27,6	30,1	563,6
$P_{p10\%}$	23,7	10,8	9,7	15,8	33,5	23,5	46,6	33,6	19,5	17,3	20,8	18,5	539,4
P_{min}	12,4	9,2	9,0	5,6	20,9	11,9	22,9	15,2	19,0	11,7	20,6	15,1	517,7
P_{2013}	34,9	42,0	25,2	44,6	79,5	82,2	93,9	49,4	153,6	31,5	34,8	30,1	701,7
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia jak w Tab. 3.2.1a.

Tab. 3.2.2c. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Dębowie
z lat 2001–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$P_{\text{śr}}$	44,4	32,2	30,6	30,3	63,2	66,0	94,4	71,2	53,1	41,1	42,7	41,0	610,1
σ_P	23,0	12,6	13,7	13,9	25,3	27,1	48,3	44,2	43,0	27,2	19,4	16,7	70,9
P_{max}	105,7	57,8	53,7	52,6	136,0	133,2	203,2	186,0	153,3	109,3	88,0	76,5	720,9
$P_{p90\%}$	63,7	51,5	53,7	49,0	94,1	102,8	169,9	109,5	145,8	87,1	69,1	66,1	684,8
$P_{p75\%}$	56,0	35,0	39,2	41,1	67,6	80,6	116,3	95,5	62,4	50,9	51,1	48,7	680,0
$P_{p50\%}$	38,7	31,7	29,7	31,2	56,7	61,6	84,1	68,7	37,8	34,6	39,0	39,9	606,4
$P_{p25\%}$	30,7	25,3	19,7	20,1	51,7	50,1	72,2	49,3	26,8	24,0	29,8	33,7	553,3
$P_{p10\%}$	22,9	18,2	13,4	11,5	39,3	33,4	47,1	11,2	14,0	12,1	15,8	15,2	512,3
P_{min}	6,3	9,4	12,0	6,1	36,6	29,9	11,0	5,9	13,5	11,3	14,3	11,7	499,4
P_{2013}	37,4	35,3	32,1	52,6	59,3	52,2	88,7	75,0	145,8	20,3	28,2	36,5	663,4
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia jak w Tab. 3.2.1a.

Tab. 3.2.2d. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Osowcu z lat 2001–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$P_{\text{śr}}$	40,7	33,0	30,4	32,4	64,0	65,4	87,5	77,2	51,0	37,7	43,4	38,6	601,3
σ_P	19,3	11,4	14,9	18,0	28,0	28,4	43,4	47,2	38,3	25,3	18,5	14,4	113,3
P_{max}	92,3	52,5	62,9	77,6	150,2	130,5	204,2	189,6	149,4	98,2	80,5	56,7	877,8
$P_{p90\%}$	57,9	44,4	55,0	48,7	75,4	94,5	139,0	130,5	113,9	79,1	78,1	55,3	779,7
$P_{p75\%}$	52,0	40,8	38,2	41,1	70,7	85,9	108,7	111,4	64,4	51,0	53,3	51,8	621,9
$P_{p50\%}$	35,6	34,5	28,8	30,8	62,9	65,4	72,7	64,4	39,6	27,2	41,5	37,4	595,9
$P_{p25\%}$	30,2	26,0	18,8	24,4	50,5	42,5	64,9	46,1	26,3	20,9	30,1	34,2	524,7
$P_{p10\%}$	22,5	17,0	14,8	10,1	43,2	33,4	47,9	17,8	19,8	14,0	26,4	17,8	467,4
P_{min}	9,1	10,8	7,0	5,7	18,1	24,1	21,5	12,4	18,3	10,3	13,7	9,6	449,2
P_{2013}	34,5	39,2	28,8	47,9	75,4	68,7	69,5	64,4	149,4	14,0	45,2	35,3	672,3
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia jak w Tab. 3.2.1a.

Tab. 3.2.2e. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Biebrzy Pieńczyków z lat 2001–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

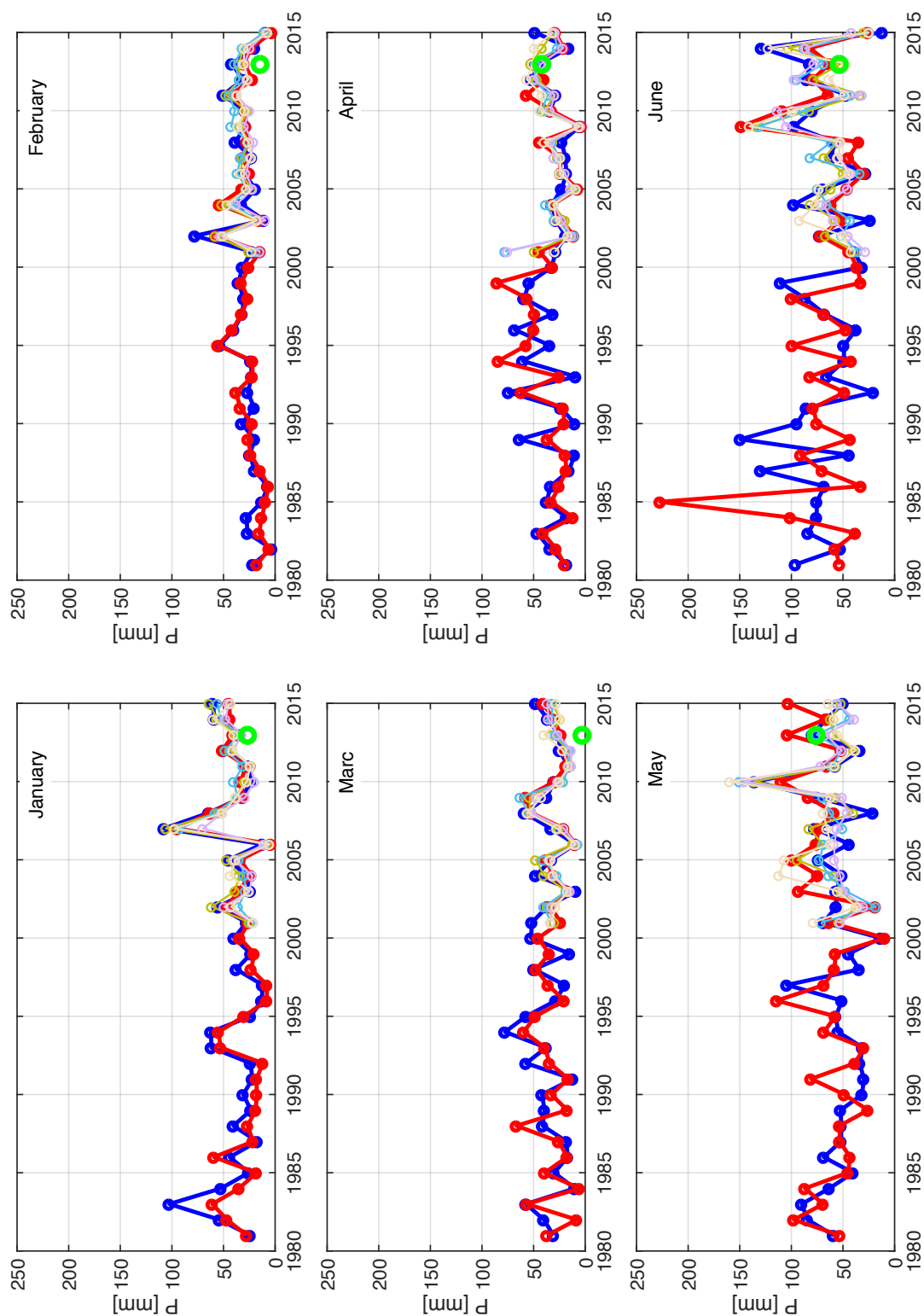
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$P_{\text{śr}}$	35,1	26,0	28,3	30,0	58,9	63,3	96,2	76,6	49,0	38,4	39,2	33,7	574,6
σ_P	15,7	11,3	12,4	17,0	26,0	27,0	47,7	51,7	38,5	28,3	17,8	12,5	86,7
P_{max}	69,8	52,7	51,6	75,2	145,8	113,6	206,1	215,5	144,0	112,7	86,1	56,2	792,7
$P_{p90\%}$	51,4	37,6	46,9	49,7	71,2	104,4	138,1	133,4	126,2	83,0	62,3	55,8	635,3
$P_{p75\%}$	47,1	29,9	35,0	33,9	58,4	84,1	132,7	101,4	57,8	48,0	44,3	41,0	620,3
$P_{p50\%}$	32,0	24,7	31,5	29,5	52,8	54,1	89,6	58,9	35,4	30,5	37,2	34,2	584,0
$P_{p25\%}$	22,5	21,0	16,0	20,0	50,2	42,9	59,6	45,5	28,1	18,8	30,6	24,0	491,9
$P_{p10\%}$	19,8	9,2	13,5	13,0	38,8	31,3	41,4	19,0	18,1	16,8	20,2	15,8	482,0
P_{min}	10,6	8,2	8,8	4,5	30,0	28,0	28,6	12,2	11,7	11,6	12,5	13,9	446,1
P_{2013}	32,0	29,6	26,5	42,8	67,2	77,9	67,2	58,9	144,0	19,0	36,4	22,1	623,6
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia jak w Tab. 3.2.1a.

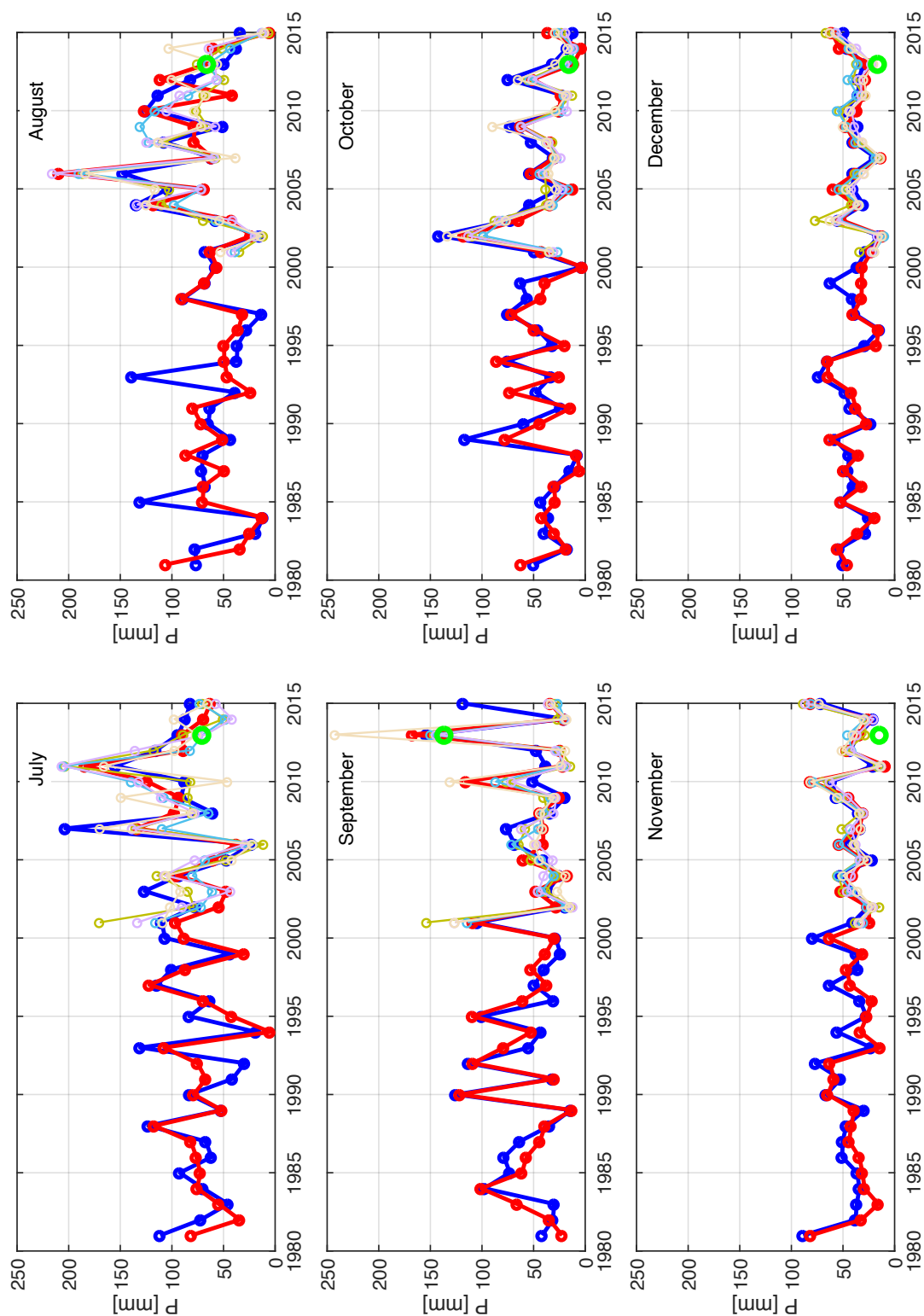
Tab. 3.2.2f. Statystyki miesięcznych i rocznych sum opadów w Różanystoku z lat 2001–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$P_{\text{śr}}$	39,8	29,5	28,8	32,0	72,0	68,6	94,2	78,4	57,2	45,3	40,9	34,8	621,4
σ_P	20,7	10,7	11,5	15,0	31,9	32,3	43,0	45,7	62,6	32,1	18,3	15,9	92,3
P_{max}	97,2	50,3	55,9	56,6	159,7	140,6	169,3	183,2	242,1	133,1	80,9	62,3	790,0
$P_{p90\%}$	59,6	46,6	42,3	50,8	112,0	122,3	165,2	124,3	130,6	89,3	72,8	62,1	767,7
$P_{p75\%}$	43,2	35,2	33,9	43,0	76,2	88,2	107,8	110,1	47,7	57,7	50,4	45,7	690,7
$P_{p50\%}$	39,8	29,3	28,0	30,4	62,0	55,1	97,0	71,1	32,8	33,2	35,6	30,7	606,6
$P_{p25\%}$	25,9	23,5	22,4	24,0	56,1	46,8	67,7	52,5	19,9	28,2	30,1	21,9	548,9
$P_{p10\%}$	21,5	17,7	16,2	8,6	37,5	41,8	41,5	13,4	17,6	18,1	21,7	13,4	519,9
P_{min}	5,2	7,0	9,5	5,9	36,3	24,9	21,7	10,0	14,6	16,6	13,0	11,9	469,2
P_{2013}	39,8	30,4	39,7	50,8	55,4	46,4	75,9	55,6	242,1	28,2	39,9	20,1	724,3
$P_{2013 \text{ Kop.}}$	26,2	14,0	2,4	41,5	75,3	53,0	70,4	65,8	136,2	15,2	14,3	16,0	530,4

Oznaczenia jak w Tab. 3.2.1a.

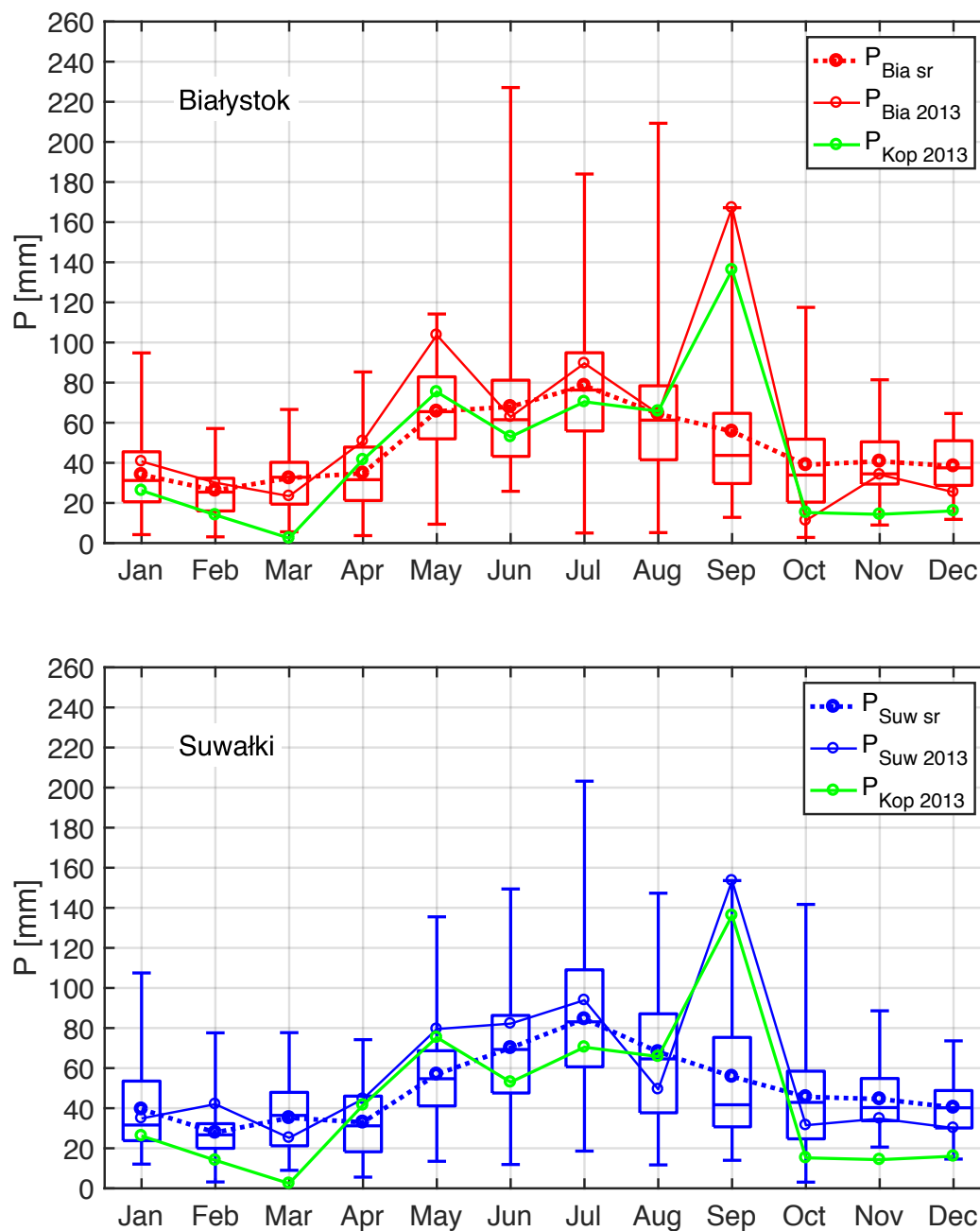


Rys. 3.2.2a. Przebieg wieloletni sum miesięcznych opadu w Białymstoku i w Suwałkach w latach 1981–2015 oraz na posterunkach opadowych w Dębowie, Osowcu, Różanystoku i Biebrzy Pieńczykówek w latach 2001–2015 w miesiącach styczeń – czerwiec. Oznaczenia jak na rys 3.2.1.

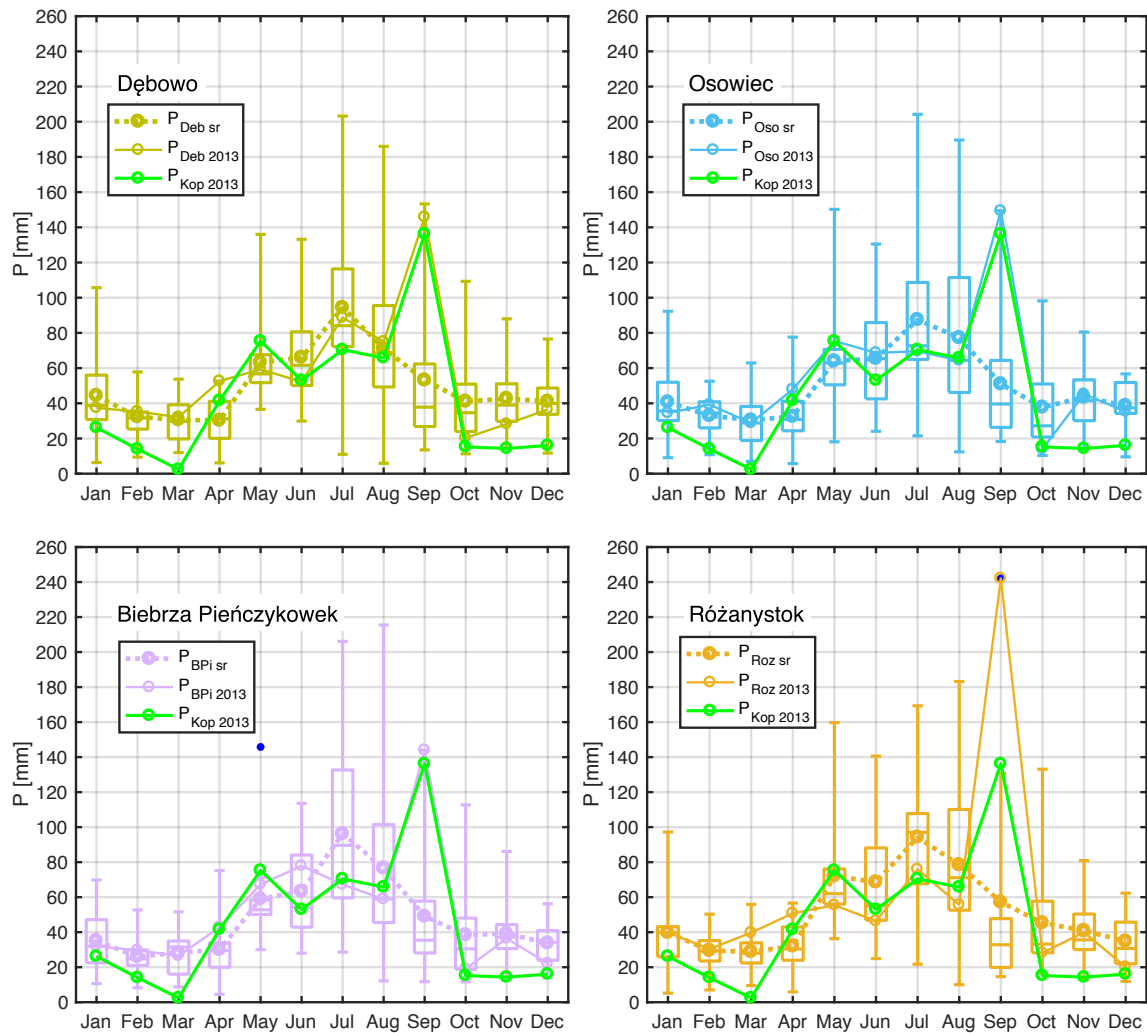


Rys. 3.2.2b. Przebieg wieloletni sum miesięcznych opadu w Białymstoku i w Suwałkach w latach 1981–2015 oraz na posterunkach opadowych w Dębowie, Osowcu, Różanystoku i Biebrzy Pięńczyków w latach 2001–2015 w miesiącach lipiec – grudzień.

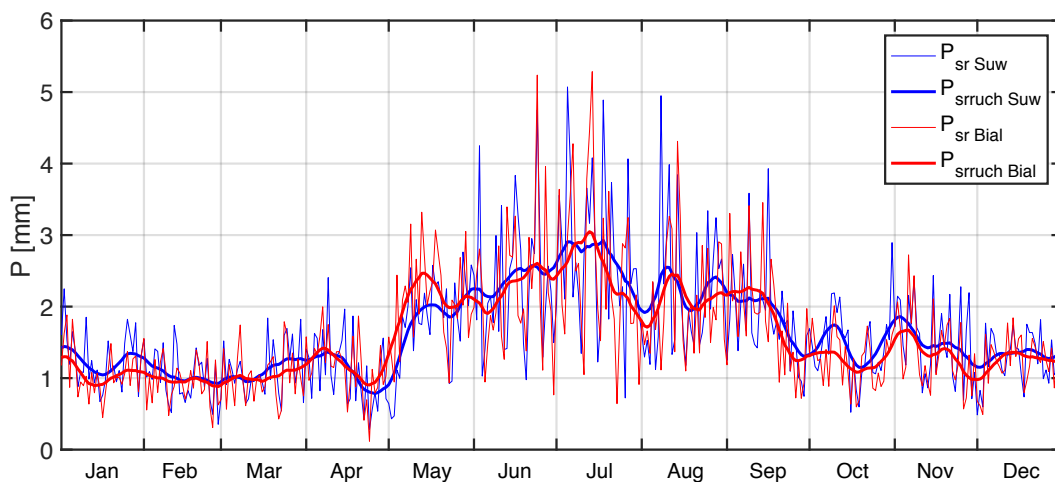
Oznaczenia jak na rys 3.2.1.



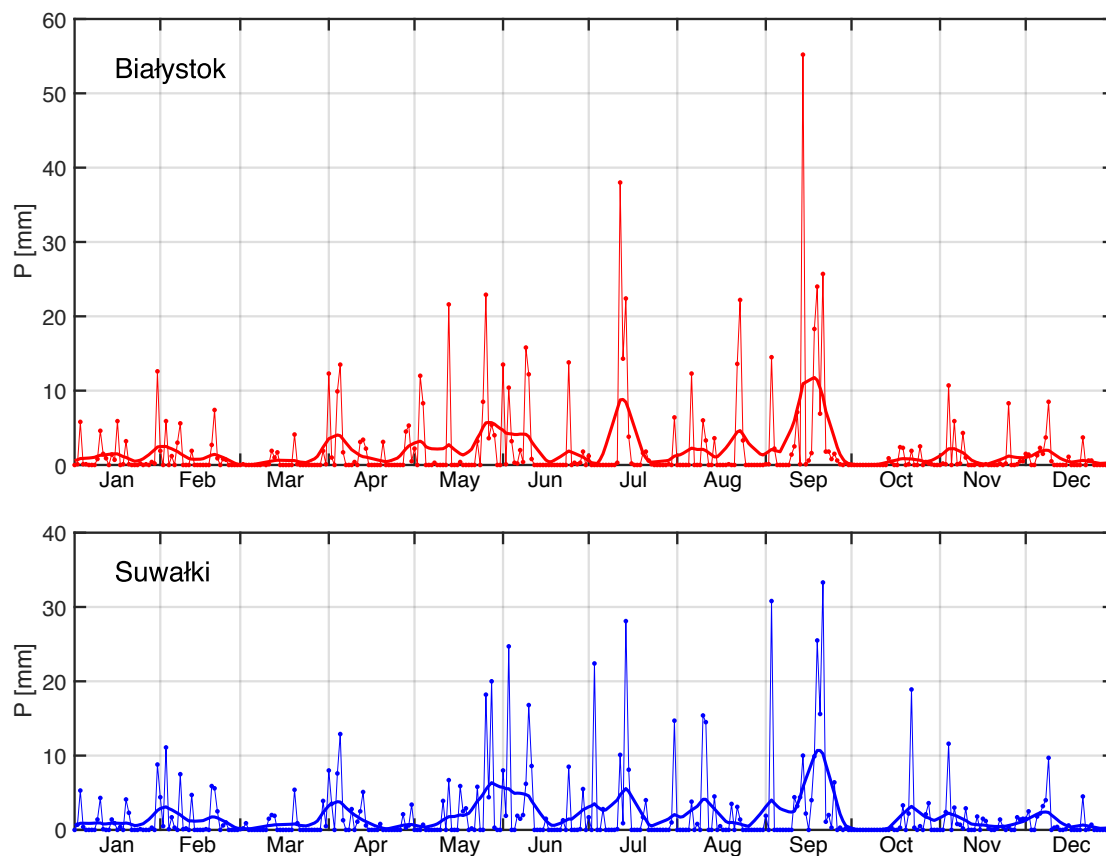
Rys. 3.2.3. Roczna zmienność miesięcznych sum opadu w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Na wykresie pudełkowym zaznaczono wartość maksymalną i minimalną, górny i dolny kwartył oraz medianę z lat 1981–2015. Linia przerywaną zaznaczono przebieg wartości średnich z całego okresu, linią ciągłą sumy miesięczne w roku 2013 na analizowanej stacji i w Kopytkowie



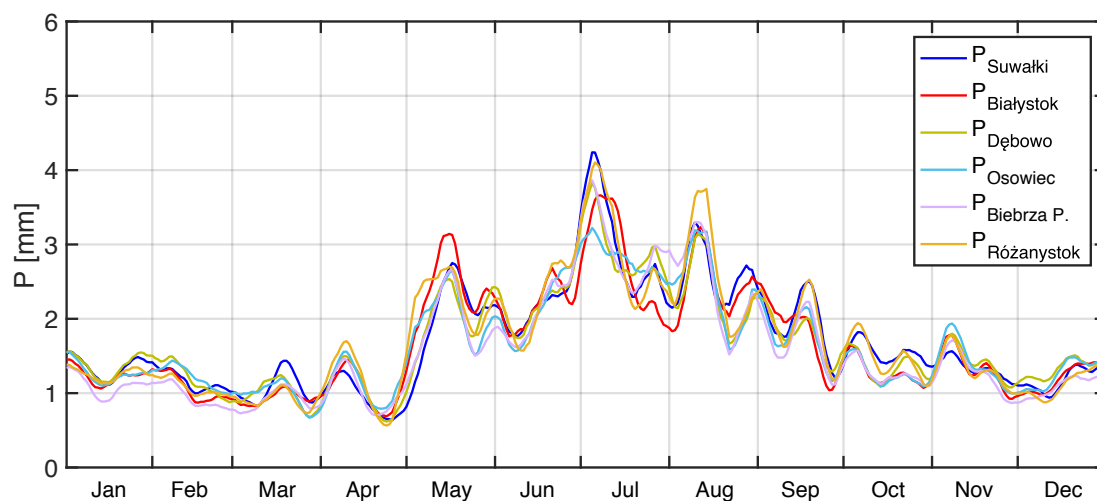
Rys. 3.2.4. Roczna zmienność miesięcznych sum opadu Dębów, Osowcu, Różanystoku i Biebrzy Pięczyków w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Na wykresie pudełkowym zaznaczono wartość maksymalną i minimalną, górny i dolny kwartyl oraz medianę z lat 2001–2015. Linia przerywaną zaznaczono przebieg wartości średnich z całego okresu, linią ciągłą sumy miesięczne w roku 2013 na analizowanej stacji i w Kopytkowie



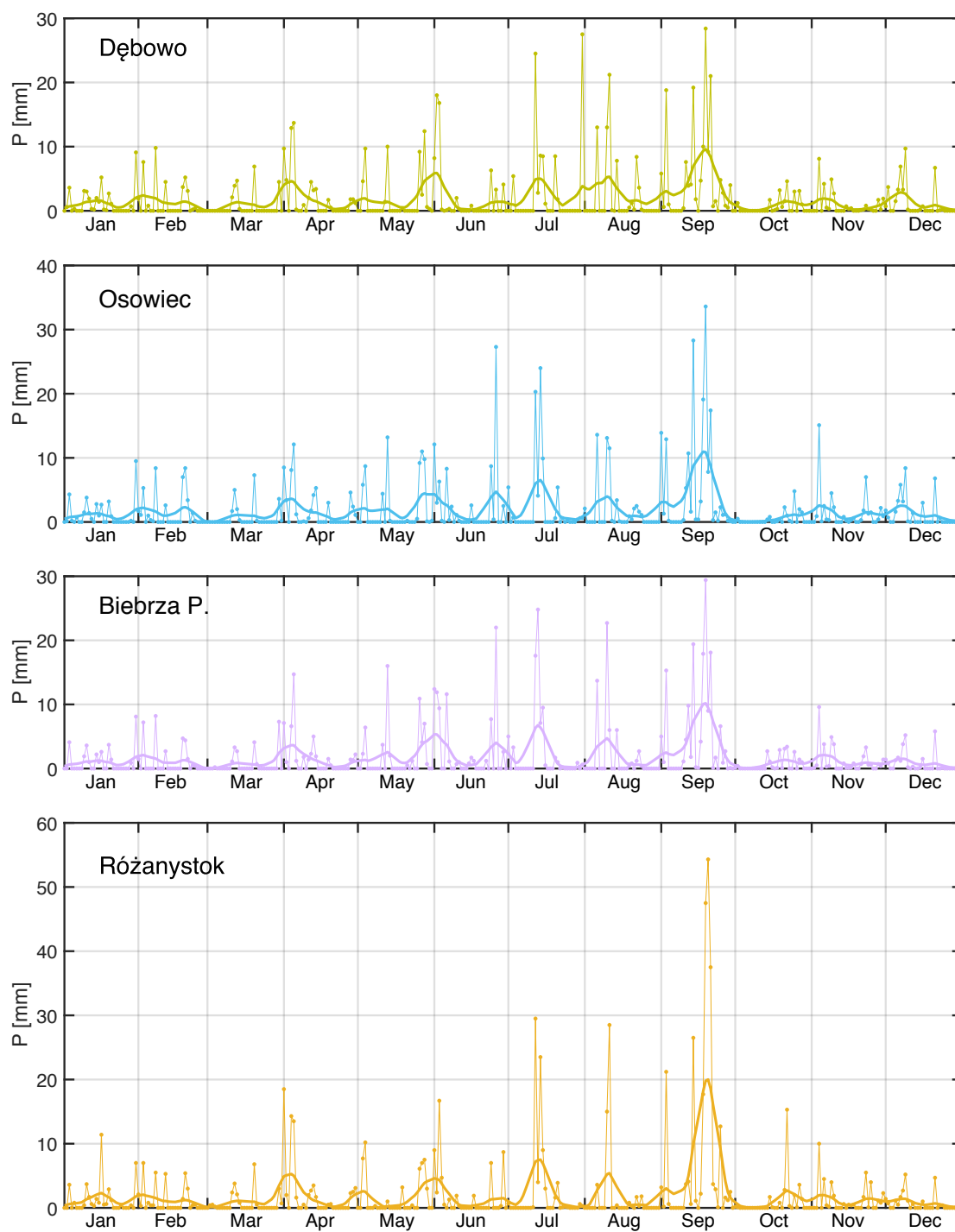
Rys. 3.2.5. Średnie dobowe sumy opadów z lat 1981–2015 w Białymstoku i w Suwałkach. Linią cięszą zaznaczono wartości w kolejnych dniach roku, pogrubioną – wartości wygładzone średnią ruchomą ważoną z filtrem trójkątnym 15-dniowym



Rys. 3.2.6. Dobowe sumy opadów w roku 2013 w Białymstoku i w Suwałkach. Linia cieńszą zaznaczono wartości w kolejnych dniach roku, pogrubioną – wartości wygładzone średnią ruchomą ważoną z filtrem trójkątnym 15-dniowym



Rys. 3.2.7. Średnie dobowe sumy opadów z lat 2001 – 2015 w Białymstoku, Suwałkach, Dębowie, Osowcu, Różanystoku i Biebrzy Pięńczykówek – wartości wygładzone średnią ruchomą ważoną z filtrem trójkątnym 15-dniowym



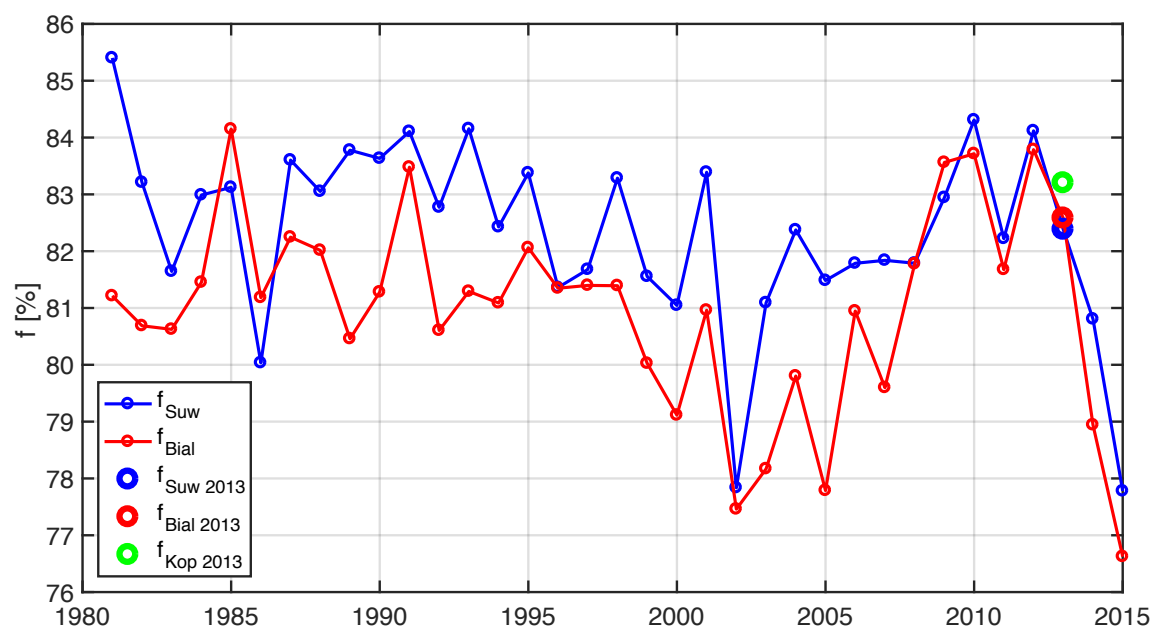
Rys. 3.2.8. Dobowe sumy opadów w roku 2013 w Dębowie, Osowcu, Różanystoku i Biebrzy Pięńczyków. Linią cieńszą zaznaczono wartości w kolejnych dniach roku, pogrubioną – wartości wygładzone średnią ruchomą ważoną z filtrem trójkątnym 15-dniowym

3.3. Wilgotność względna

Para wodna jest głównym gazem cieplarnianym. Jej zawartość w powietrzu jest również jednym z podstawowych czynników decydujących o procesie parowania, przez co odgrywa istotną rolę w kształtowaniu bilansu cieplnego przypowierzchniowej warstwy atmosfery. Zawartość pary wodnej w atmosferze może być wyrażana zarówno w wartościach bezwzględnych (np. prężność pary wodnej, wilgotność właściwa) jak i względnych, z których najczęściej stosowaną jest wilgotność względna (f). Wilgotność względna określa stopień nasycenia parą wodną poprzez stosunek aktualnej prężności pary wodnej do prężności pary wodnej nasyconej w danej temperaturze. Zarówno zmienność wieloletnia, jak i roczna czy dobowa zawartości pary wodnej w atmosferze ma różny przebieg dla charakterystyk względnych i bezwzględnych, dlatego pełna charakterystyka warunków higrycznych wymagałaby wykorzystania kilku charakterystyk. Jednakże ze względu na nieliniowy charakter zależności prężności pary wodnej nasyconej od temperatury, średnia dobowa wartość np. prężności pary wodnej (czy innej charakterystyki bezwzględnej) wyznaczona ze średnich dobowych wartości temperatury i wilgotności względnej może znacznie różnić się od średniej wyznaczonej z pomiarów terminowych. Dlatego, dysponując średnimi dobowymi wilgotnościami względnymi, w opracowaniu zdecydowano się przedstawić charakterystykę jedynie tego parametru.

Średnie roczne wartości wilgotności względnej na analizowanych stacjach w północno-wschodniej Polsce zmieniają się od 76,6% do 84,1% w Białymstoku i od 77,8% do 85,4% w Suwałkach (tab. 3.3.1). W przebiegu wieloletnim (rys. 3.3.1) wilgotności względnej daje się zauważyć tendencję malejącą ze szczególnie niskimi wartościami w roku 2015. Tendencja ta była zaburzona stosunkowo wysokimi wartościami f w latach 2009–2013, szczególnie w latach 2010 i 2012. Rok 2013 ze średnią przekraczającą w Białymstoku wartość górnego kwartyla zamyka ten okres. Natomiast w Suwałkach rok 2013 można uznać za przeciętny – wartość średnia dokładnie odpowiada wartości mediany.

Na stosunkowo wysokie wartości wilgotności względnej wpływ miały podwyższone wartości okresu jesiennego, szczególnie września i listopada (rys. 3.3.2, 3.3.3). W listopadzie średnie miesięczne na obu stacjach osiągnęły wartości percentyla 90%. Wrzesień należał do najbardziej wilgotnych w perspektywie ostatnich 20 lat (rys. 3.3.2). Szczególnie druga dekada tego miesiąca należała do wyjątkowo wilgotnych z wartościami f o 10–15% większymi od średniej wieloletniej (rys. 3.3.4). W ciągu ostatnich 20–25 lat w Białymstoku za wilgotny należy uznać również trzymiesięczny okres od kwietnia do czerwca, a szczególnie maj, kiedy średnia miesięczna osiągnęła wartość percentyla 90%. W świetle miar statystycznych również luty jawi się jako stosunkowo wilgotny na tej stacji, natomiast marzec 2013 roku na obu stacjach cechowała rekordowo niska wilgotność względna – najniższa w całym analizowanym 35-leciu. Przez większość dni w tym miesiącu obserwowano wartości wilgotności względnej o 10–30% mniejsze od średniej wieloletniej (rys. 3.3.4). Ciekawa sytuacja miała miejsce w styczniu 2013 – w Białymstoku średnia wilgotność względna przewyższała górny kwartyl, w Suwałkach była niższa od dolnego kwartyla, osiągając wartość dolnego decyla. Średnie miesięczne wartości f w Kopytkowie w roku 2013 generalnie odzwierciedlają zmienność obserwowaną na obu stacjach, przyjmując najczęściej nieco wyższe wartości (rys. 3.3.3) co skutkuje wyższą średnią roczną.



Rys. 3.3.1. Przebieg średniej rocznej wilgotności względnej w Białymstoku i w Suwałkach w latach 1981–2015. Większym symbolem wyróżniono wilgotność w roku 2013 na analizowanych stacjach oraz na posterunku pomiarowym w Kopytkowie

Tab. 3.3.1a. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich wartości wilgotności względnej powietrza w Białymstoku z lat 1981–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

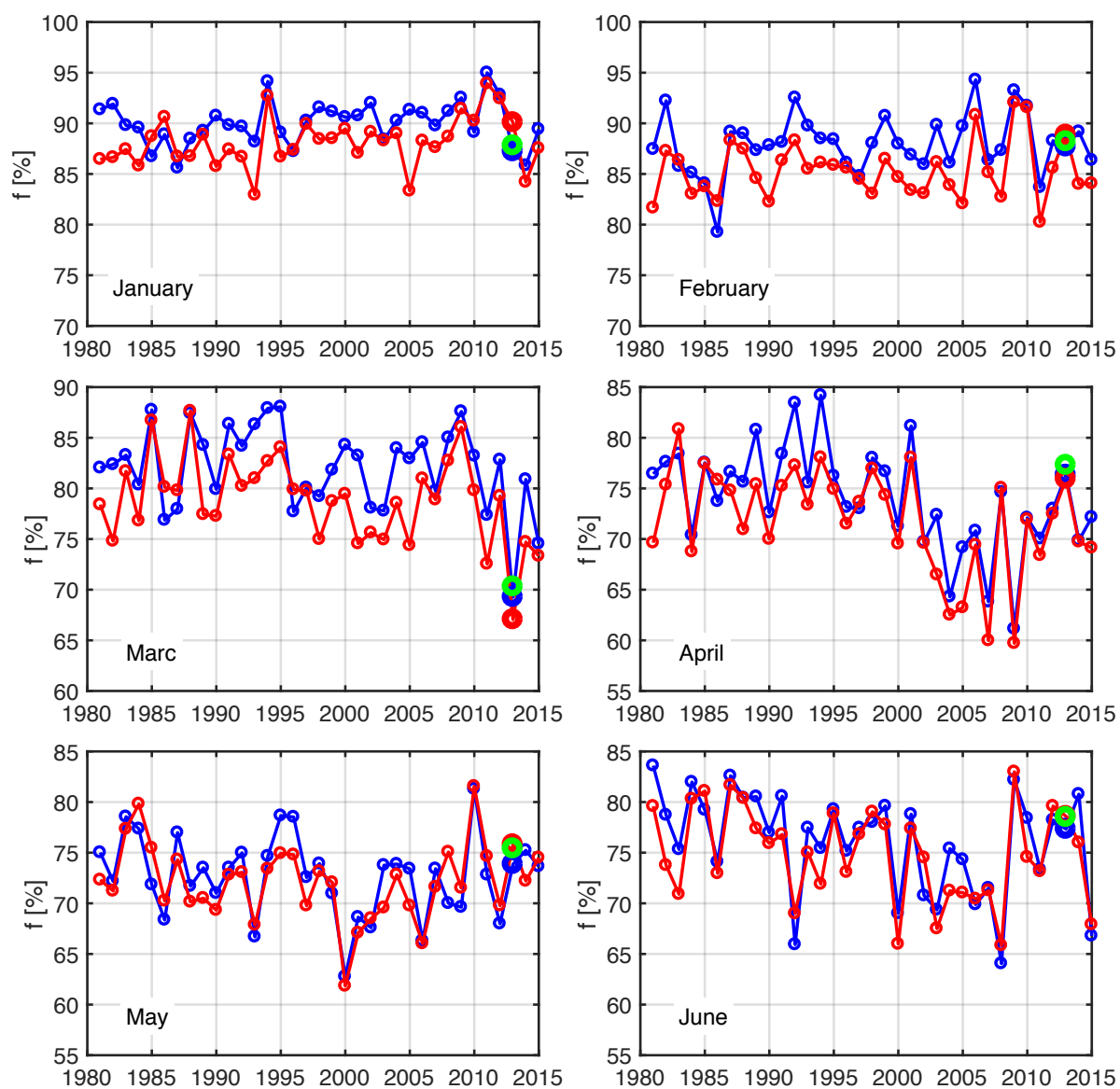
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
f_{sr}	88,1	85,3	78,8	71,9	72,1	74,9	75,9	77,4	83,0	85,0	89,6	90,1	81,0
σ_f	2,4	2,8	4,3	5,1	3,8	4,6	5,2	5,3	3,5	3,5	2,9	2,5	1,8
f_{max}	93,9	92,0	87,6	80,8	81,6	83,0	84,8	85,4	88,3	92,4	94,6	94,2	84,1
$f_{p90\%}$	91,4	88,9	84,0	77,5	75,8	80,4	81,2	82,4	87,6	88,6	93,3	93,1	83,6
$f_{p75\%}$	89,4	86,5	81,0	75,4	74,6	78,8	79,6	81,2	85,4	87,0	91,2	92,1	82,0
$f_{p50\%}$	88,3	85,1	79,2	72,5	72,2	75,0	77,2	78,1	82,9	85,5	90,2	90,1	81,2
$f_{p25\%}$	86,7	83,2	75,1	69,4	69,8	71,2	72,1	74,7	80,8	83,3	87,2	88,6	80,1
$f_{p10\%}$	85,7	82,2	74,4	63,2	67,9	67,9	69,3	70,3	78,1	78,9	86,0	86,2	78,2
f_{min}	82,9	80,2	67,1	59,7	61,8	65,8	61,9	61,8	75,7	77,3	82,4	85,2	76,6
f_{2013}	90,1	88,9	67,1	75,9	75,8	78,6	77,8	78,1	87,5	88,2	93,3	90,5	82,6
$f_{2013 \text{ Kop.}}$	87,8	88,2	70,3	77,3	75,4	78,5	79,8	80,2	88,8	88,0	93,5	91,4	83,2

Oznaczenia: f_{sr} – średnia wilgotność względna z lat 1981–2015, σ_f – odchylenie standardowe średnich miesięcznych, f_{min} – najniższa zanotowana w wieloleciu średnia miesięczna (lub roczna), f_{max} – najwyższa zanotowana w wieloleciu średnia miesięczna (lub roczna), $f_{p10\%}$ – percentyl 10%, $f_{p25\%}$ – percentyl 25% (górny kwartył), $f_{p50\%}$ – percentyl 50% (mediana), $f_{p75\%}$ – percentyl 75% (dolny kwartył), $f_{p90\%}$ – percentyl 90% (wszystkie statystyki wyznaczone na podstawie średnich miesięcznych lub rocznych), f_{2013} – średnie miesięczne i średnia roczna w roku 2013, $f_{2013 \text{ Kop.}}$ – średnie miesięczne i średnia roczna w roku 2013 w Kopytkowie

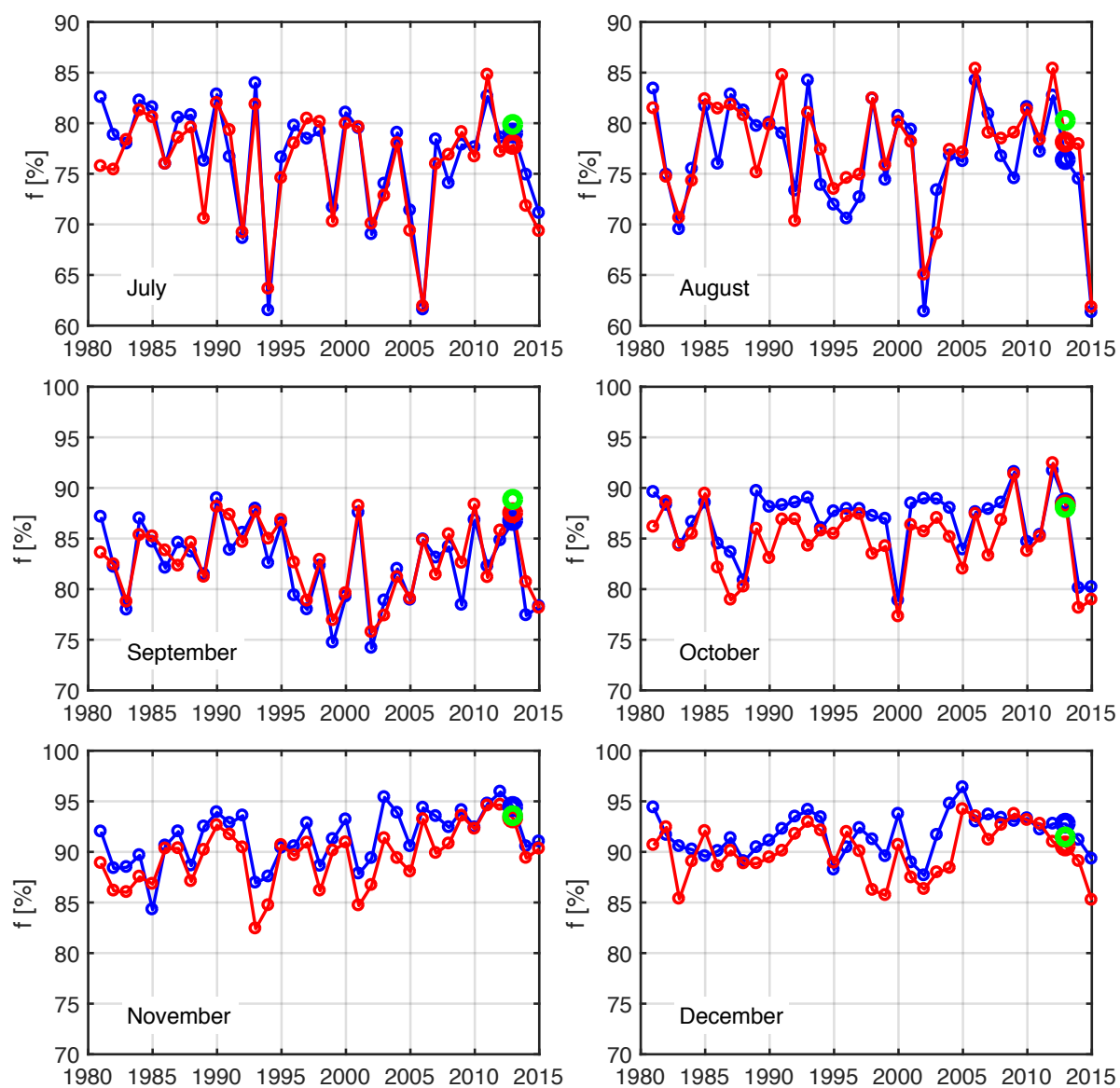
Tab. 3.3.1b. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich wartości wilgotności względnej powietrza w Suwałkach z lat 1981–2015 oraz wartości z Kopytkowa z roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
f_{sr}	90,0	88,0	82,0	74,0	72,7	76,1	76,7	76,7	82,5	86,8	91,4	91,7	82,4
σ_f	2,1	2,9	4,2	5,1	4,0	5,0	5,4	5,6	3,9	3,1	2,7	2,0	1,6
f_{max}	95,0	94,3	88,0	84,2	81,3	83,6	83,9	84,2	89,0	91,7	95,9	96,4	85,4
$f_{p90\%}$	92,5	92,2	87,6	80,8	78,5	82,0	82,6	82,8	87,1	89,6	94,4	94,1	84,1
$f_{p75\%}$	91,3	89,6	84,5	77,3	74,9	79,5	80,3	81,1	85,4	88,5	93,6	93,3	83,4
$f_{p50\%}$	89,8	88,0	82,8	73,7	73,4	77,4	78,4	76,7	82,6	87,9	92,0	91,7	82,4
$f_{p25\%}$	88,9	86,2	79,3	70,9	70,2	73,5	74,3	74,0	79,0	84,8	89,4	90,3	81,6
$f_{p10\%}$	87,2	84,8	77,3	69,2	67,6	69,0	69,0	70,6	77,9	80,9	87,8	89,1	80,8
f_{min}	85,6	79,3	69,3	61,1	62,8	64,0	61,5	61,3	74,2	78,9	84,3	87,7	77,8
f_{2013}	87,2	87,7	69,3	76,3	73,9	77,3	79,0	76,3	86,7	88,4	94,4	92,8	82,4
$f_{2013 \text{ Kop.}}$	87,8	88,2	70,3	77,3	75,4	78,5	79,8	80,2	88,8	88,0	93,5	91,4	83,2

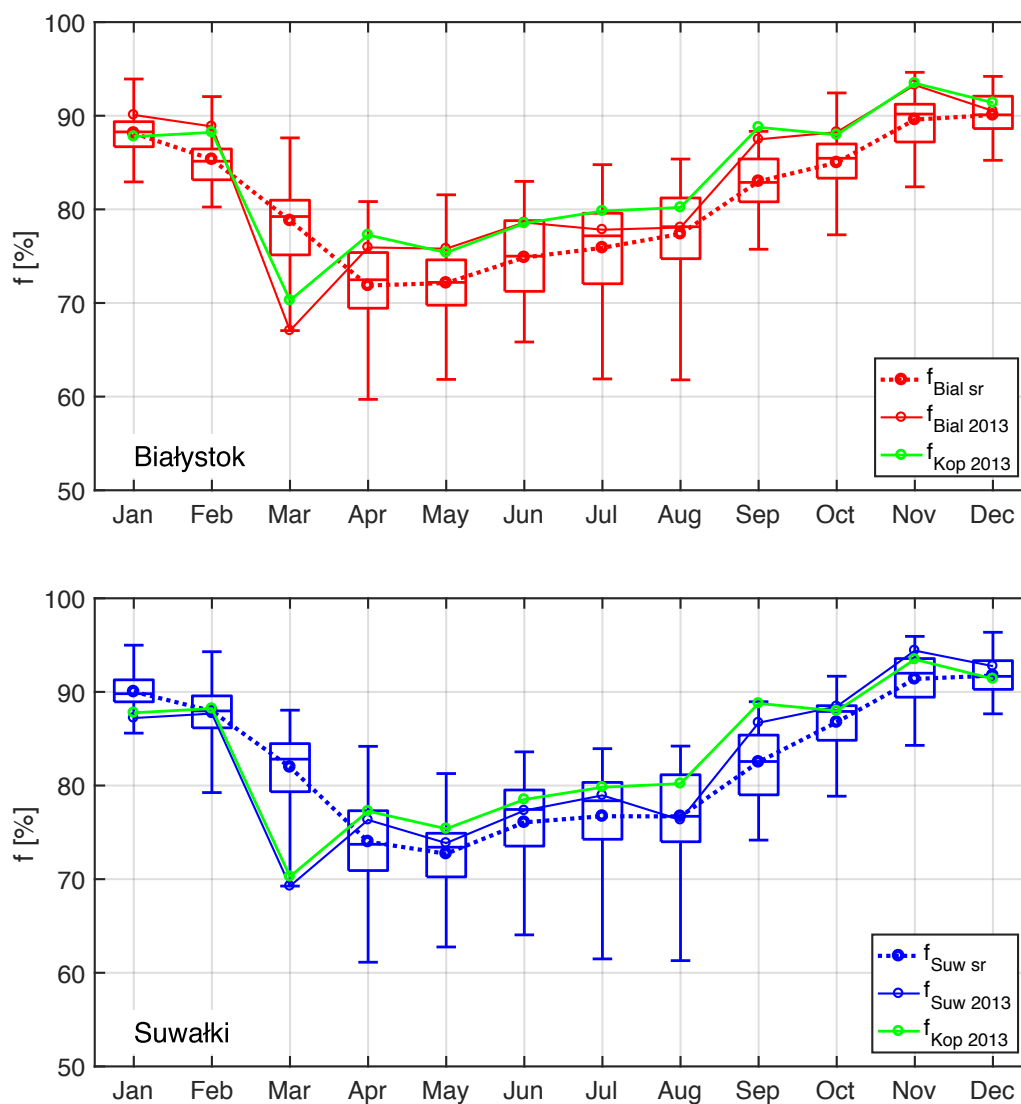
Oznaczenia jak w Tab. 3.3.1a.



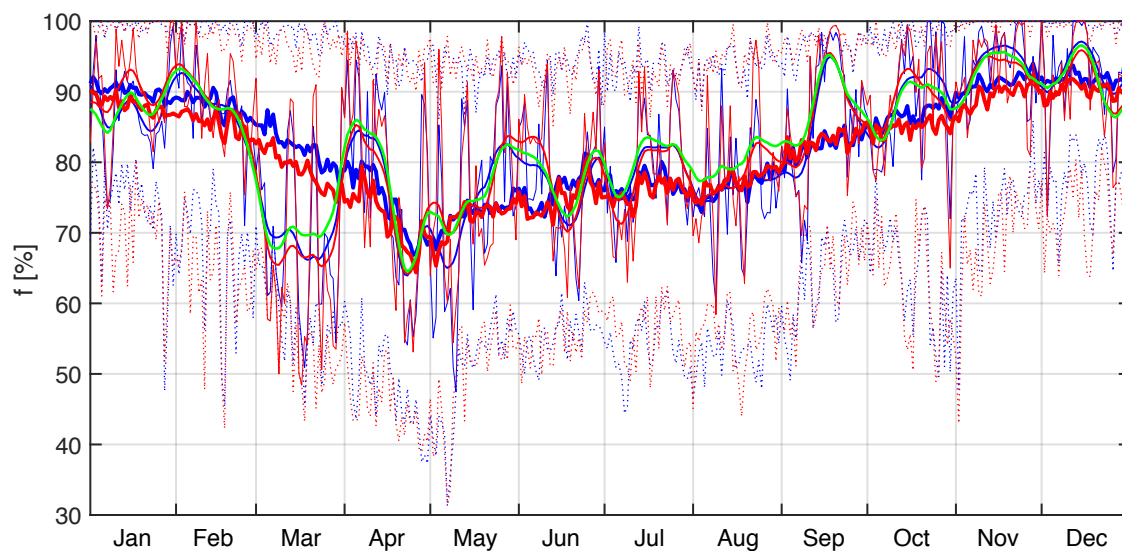
Rys. 3.3.2a. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych wartości wilgotności względnej powietrza w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach styczeń – czerwiec. Oznaczenia jak na rys. 3.3.1.



Rys. 3.3.2b. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych wartości wilgotności względnej powietrza w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach lipiec – grudzień. Oznaczenia jak na rys. 3.3.1.



Rys. 3.3.3. Roczna zmienność wilgotności względnej powietrza w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Na wykresie pudełkowym zaznaczono wartość maksymalną i minimalną, górny i dolny kwartyl oraz medianę średnich wartości miesięcznych z lat 1981–2015. Linia przerywaną zaznaczono przebieg wartości średnich z całego okresu, linią ciągłą średnie miesięczne w roku 2013 na analizowanej stacji i w Kopytkowie



Rys. 3.3.4. Przebieg wilgotności względnej w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Dla kolejnych dni roku zaznaczono średnie wartości dobowe z lat 1981–2015 (linie pogubiona), najwyższe i najniższe średnie dobowe (linie przerywane), średnie dobowe w roku 2013 (linie pocienione) oraz średnie dobowe w roku 2013 wygładzone 15-elementową średnią ruchomą ważoną filtrem trójkątnym (linie średniej grubości). Kolorem czerwonym oznaczono dane z Białegostoku, niebieskim z Suwałk a zielonym z Kopytkowa

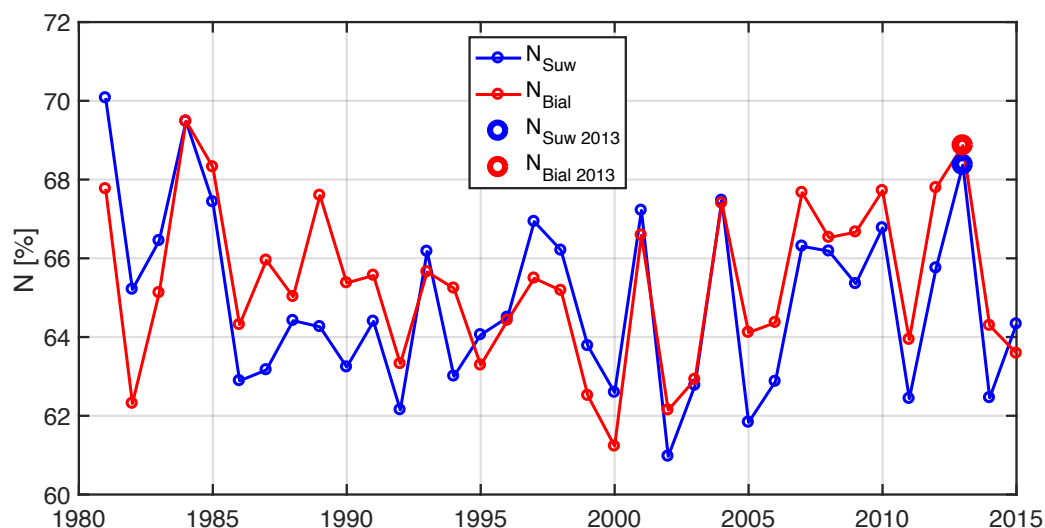
3.4. Zachmurzenie

Stopień pokrycia nieba przez chmury i ich rodzaj jest jednym z głównych czynników determinujących ilość promieniowania słonecznego docierającego do powierzchni Ziemi. W znacznym stopniu decyduje on również o wypromieniowywaniu energii w paśmie długofalowym. Dlatego warunki nefologiczne istotnie wpływają na pozostałe parametry meteorologiczne. Obserwowana wielkość zachmurzenia ogólnego w praktyce synoptycznej wyrażana jest obecnie w ósmych częściach pokrycia nieba, wcześniej korzystano ze skali jedenastostopniowej. W niniejszym opracowaniu, podobnie jak w wielu publikacjach naukowych, wielkość zachmurzenia wyrażono w procentach. Na stacji w Kopytkowie obserwacje zachmurzenia nie są prowadzone, dlatego warunki nefologiczne roku 2013 w regionie określono jedynie na podstawie wielkości zachmurzenia ogólnego na stacjach w Białymstoku i w Suwałkach.

Na analizowanych stacjach w latach 1981–2015 średnia roczna wielkość zachmurzenia ogólnego zawiera się na obu stacjach w granicach od 61% do 70% z nieco większymi wartościami w Suwałkach (tab. 3.4.1). Średnia wieloletnia na obu stacjach wynosi około 65%. W Białymstoku najwyższym stopniem zachmurzenia cechował się rok 1984, a najniższym rok 2000. W Suwałkach były to odpowiednio lata 1981 i 2002 (rys. 3.4.1).

W cyklu rocznym najniższe wielkości zachmurzenia obserwowane są na obu stacjach latem z minimum w sierpniu (rzędu 51–52%), najwyższe zimą z maksimum w grudniu (82–83%). Obserwuje się przy tym charakterystyczne lekkie podwyższenie zachmurzenia w czerwcu i w lipcu (rys. 3.4.3). Natomiast początek ostatniej dekady kwietnia i pierwszej dekady maja jest z reguły dosyć pogodny ze średnią wielkością zachmurzenia ogólnego na poziomie wartości w najbardziej pogodnym sierpniu (rys. 3.4.4).

W świetle wartości średniej zachmurzenia ogólnego rok 2013 należał w północno-wschodniej Polsce do najbardziej pochmurnych w analizowanym 35-letnim okresie. W Białymstoku był to drugi najbardziej pochmurny rok z lat 1981–2015, a w Suwałkach trzeci (rys. 3.4.1). Na obu stacjach średnie wielkości zachmurzenia ogólnego przekroczyły wartość percentyla 90%. Na sytuację tą miał wpływ wyjątkowo pochmurny luty – najwyższa wielkość w całym 35-leciu (rys. 3.4.2). Praktycznie prawie przez cały miesiąc zanotowano wtedy pełne zachmurzenie na obu stacjach (rys. 3.4.4). Za miesiące pochmurne w 2013 roku należy również uznać kwiecień i listopad (średnia miesięczna wielkość zachmurzenia wyższa od górnego kwartyła) oraz w nieco mniejszym stopniu wrzesień, październik i styczeń (rys. 3.4.3, tab. 3.4.1). Szczególnie druga dekada września cechowała się zachmurzeniem pełnym, znacznie przewyższającym średnie dla tego okresu (rys. 3.4.4).



Rys. 3.4.1. Przebieg średniej rocznej wielkości zachmurzenia ogólnego w Białymstoku i w Suwałkach w latach 1981–2015. Większym symbolem wyróżniono wielkość zachmurzenia ogólnego w roku 2013

Tab. 3.4.1a. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich wartości zachmurzenia w Białymstoku z lat 1981–2015

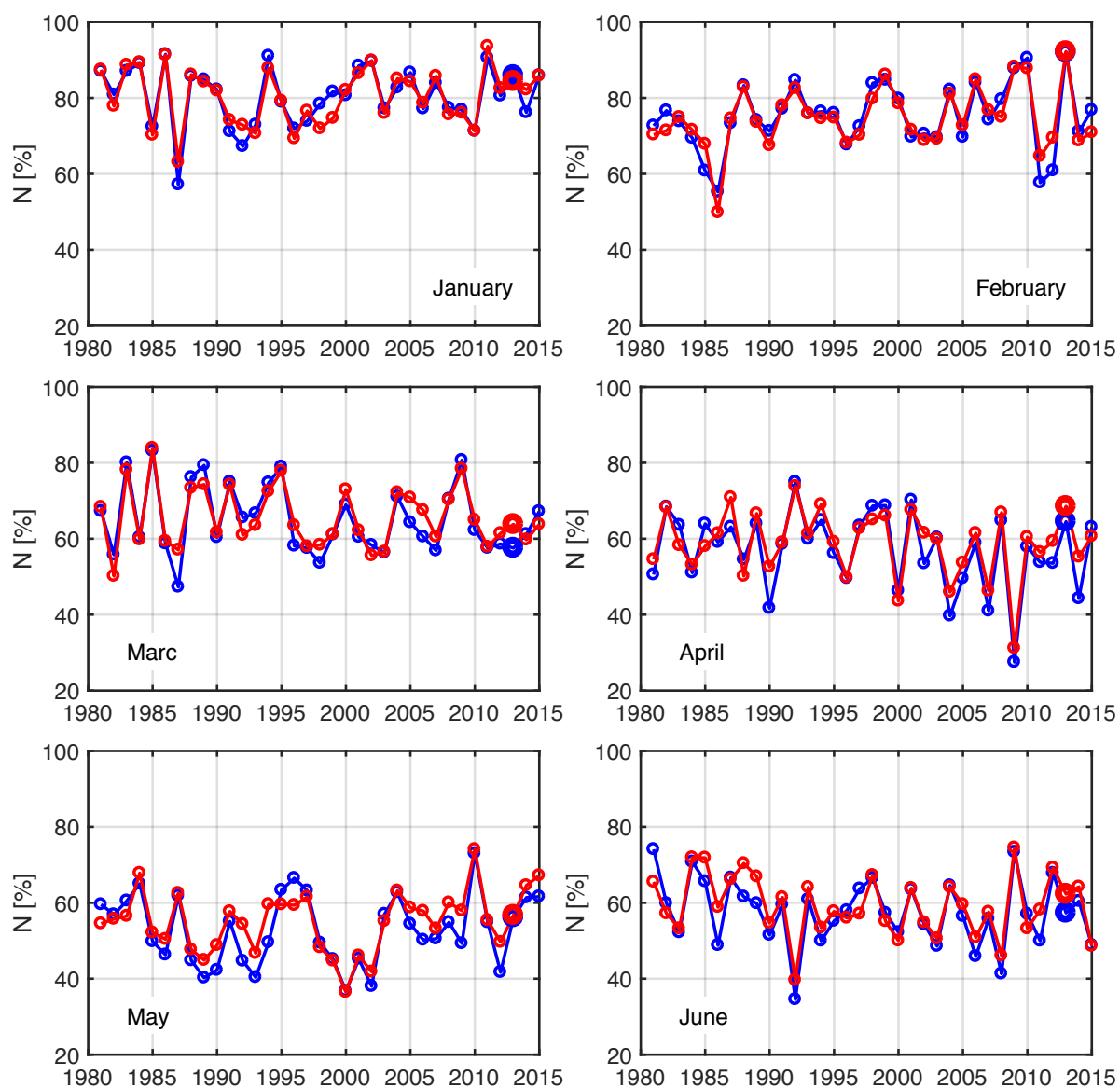
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
N_{sr}	80,5	74,7	65,5	58,8	55,2	59,3	55,5	51,7	59,0	63,1	79,6	82,1	65,4
σ_N	7,3	8,0	7,9	8,8	7,9	8,0	9,7	8,6	11,4	11,6	6,4	7,3	2,1
N_{max}	93,6	92,2	83,9	73,8	74,1	74,5	74,0	67,1	79,5	83,4	90,2	94,0	69,5
$N_{p90\%}$	89,4	86,1	77,9	68,5	64,6	70,4	66,2	61,5	75,9	76,0	85,9	91,7	67,8
$N_{p75\%}$	86,1	79,5	72,4	65,8	59,6	65,2	61,6	59,7	68,5	69,7	84,0	89,3	67,2
$N_{p50\%}$	82,1	74,6	63,5	59,9	55,7	58,2	55,7	51,6	60,3	66,9	81,3	82,5	65,2
$N_{p25\%}$	74,9	69,7	59,7	53,9	49,0	53,7	51,1	46,7	48,9	54,5	76,4	75,8	64,0
$N_{p10\%}$	70,6	67,9	57,1	46,2	44,9	50,0	41,0	40,1	44,9	46,5	69,5	72,5	62,5
N_{min}	63,1	49,8	50,2	31,2	36,5	39,6	27,6	31,9	37,5	39,1	64,0	65,3	61,2
N_{2013}	84,4	92,2	63,8	68,5	56,7	62,3	53,8	49,3	67,8	67,3	85,9	76,9	68,9

Oznaczenia: N_{sr} – średnie zachmurzenie z lat 1981–2015, σ_N – odchylenie standardowe średnich miesięcznych, N_{min} – najniższa zanotowana w wieloleciu średnia miesięczna (lub roczna), N_{max} – najwyższa zanotowana w wieloleciu średnia miesięczna (lub roczna), $N_{p10\%}$ – percentyl 10%, $N_{p25\%}$ – percentyl 25% (górny kwartyl), $N_{p50\%}$ – percentyl 50% (mediana), $N_{p75\%}$ – percentyl 75% (dolny kwartyl), $N_{p90\%}$ – percentyl 90% (wszystkie statystyki wyznaczone na podstawie średnich miesięcznych lub rocznych), N_{2013} – średnie miesięczne i średnia roczna w roku 2013

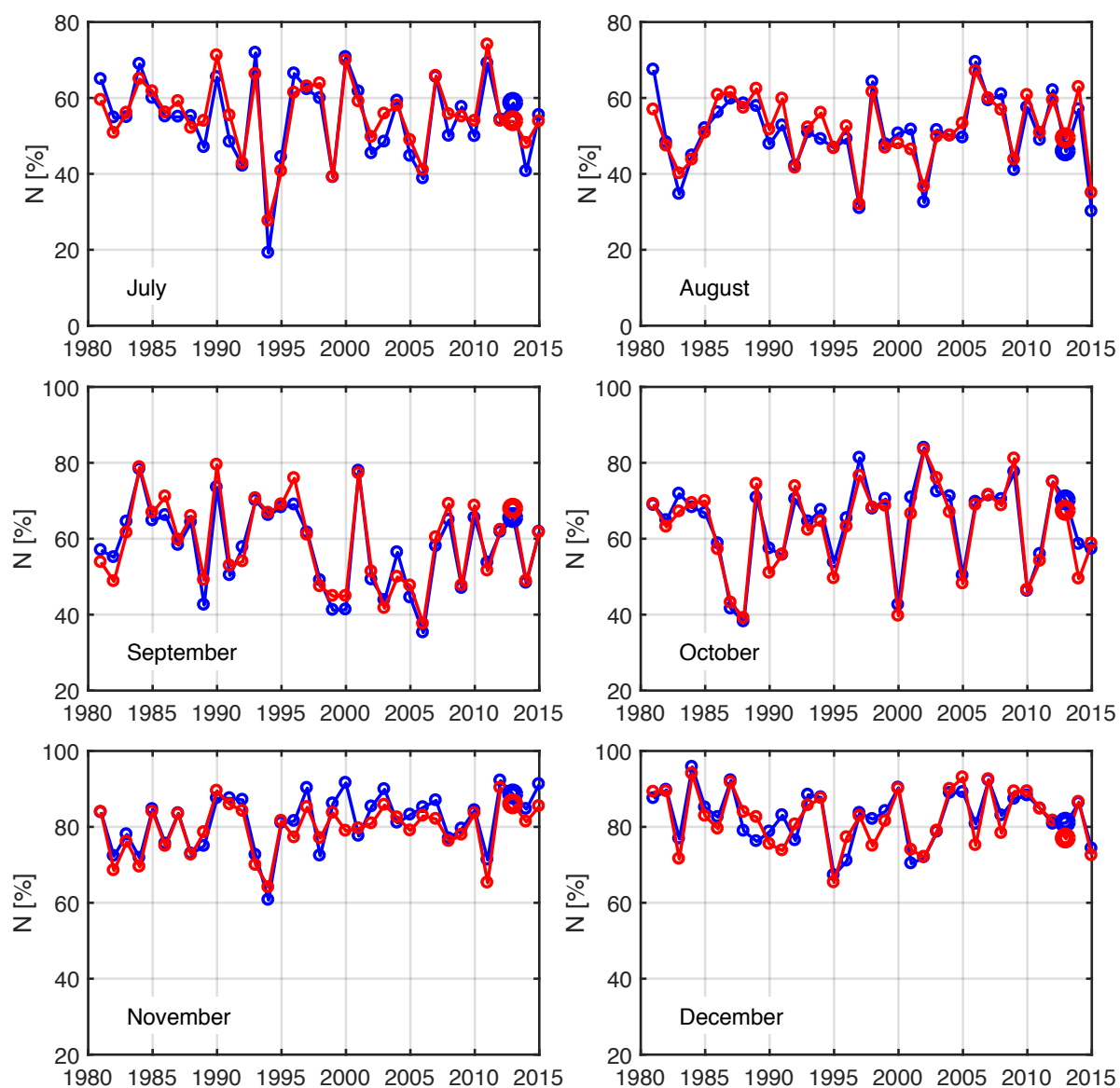
Tab. 3.4.1b. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich wartości zachmurzenia w Suwałkach z lat 1981–2015

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
N_{sr}	80,5	75,0	64,9	56,9	52,9	57,5	54,4	50,8	58,1	64,2	81,5	82,7	64,9
σ_N	7,7	8,7	9,0	10,2	9,1	8,7	11,2	9,6	10,9	11,0	7,3	6,8	2,2
N_{max}	91,5	92,0	83,1	75,0	73,0	74,1	71,9	69,4	78,3	83,9	92,2	95,8	70,1
$N_{p90\%}$	89,7	84,7	79,3	68,6	63,3	67,8	68,9	62,0	70,1	75,0	90,2	90,3	67,5
$N_{p75\%}$	86,5	81,6	70,9	63,9	61,2	63,7	62,1	57,7	65,4	70,8	87,1	88,1	66,4
$N_{p50\%}$	80,8	74,2	61,2	58,9	54,4	57,3	55,0	50,6	58,3	67,9	83,5	83,0	64,4
$N_{p25\%}$	76,3	69,9	58,2	50,7	45,1	51,7	47,3	47,1	49,1	57,3	75,9	78,7	62,9
$N_{p10\%}$	71,3	60,9	56,3	41,7	40,4	48,6	40,6	34,6	42,5	46,2	72,3	71,9	62,4
N_{min}	57,2	55,3	47,3	27,5	36,7	34,5	19,2	30,1	35,2	38,1	60,7	67,3	61,0
N_{2013}	85,9	92,0	57,5	64,5	56,1	57,3	58,6	45,8	65,4	70,0	88,5	81,0	68,4
N_{sr}	80,5	75,0	64,9	56,9	52,9	57,5	54,4	50,8	58,1	64,2	81,5	82,7	64,9

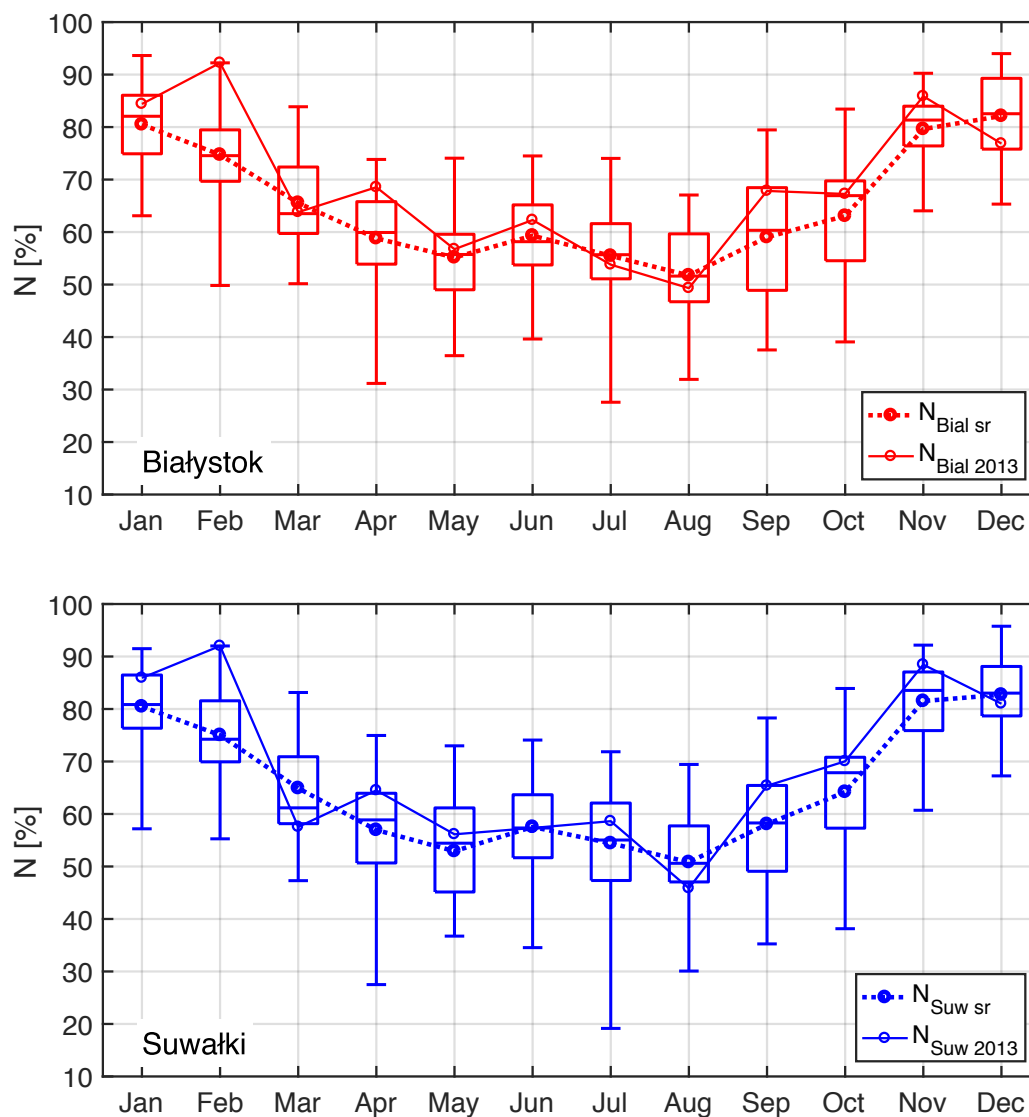
Oznaczenia jak w Tab. 3.3.1a.



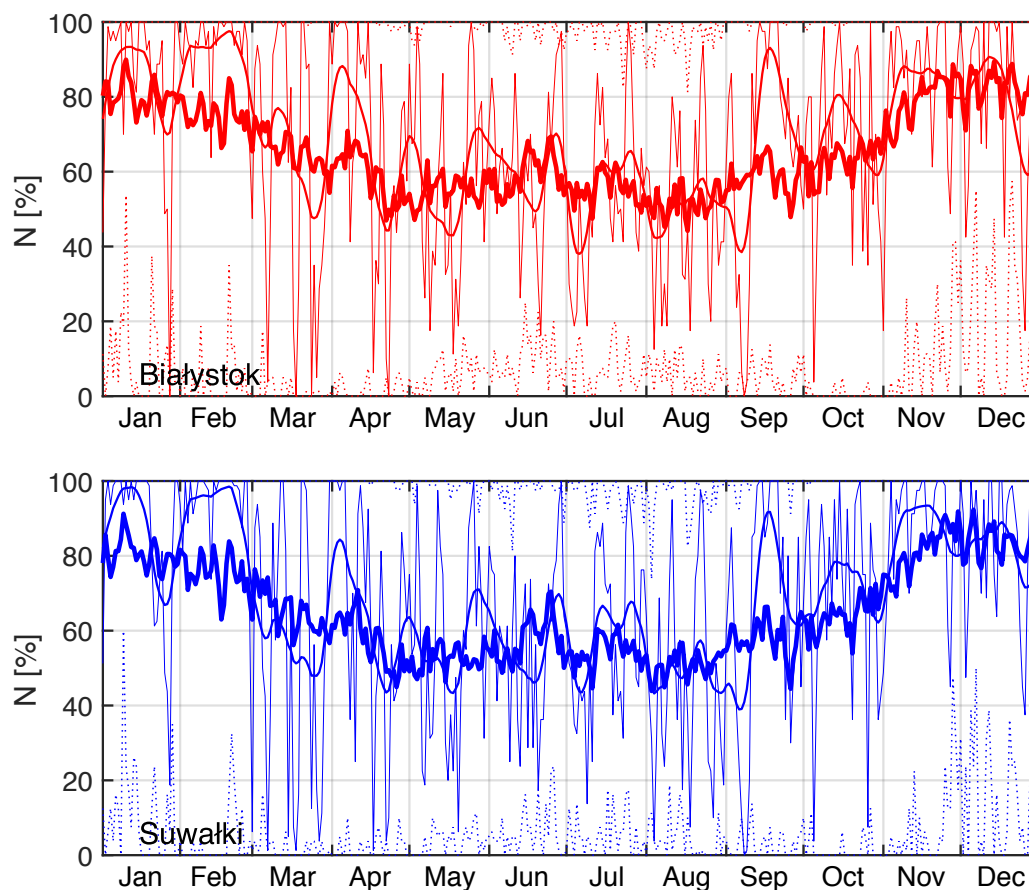
Rys. 3.4.2a. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych wielkości zachmurzenia ogólnego w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach styczeń – czerwiec. Oznaczenia jak na rys. 3.4.1.



Rys. 3.4.2b. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych wielkości zachmurzenia ogólnego w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach lipiec – grudzień. Oznaczenia jak na rys. 3.4.1.



Rys. 3.4.3. Roczna zmienność wielkości zachmurzenia ogólnego w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Na wykresie pudełkowym zaznaczono wartość maksymalną i minimalną, górny i dolny kwartyl oraz medianę średnich wartości miesięcznych z lat 1981–2015. Linia przerywaną zaznaczono przebieg wartości średnich z całego okresu, linią ciągłą średnie miesięczne w roku 2013

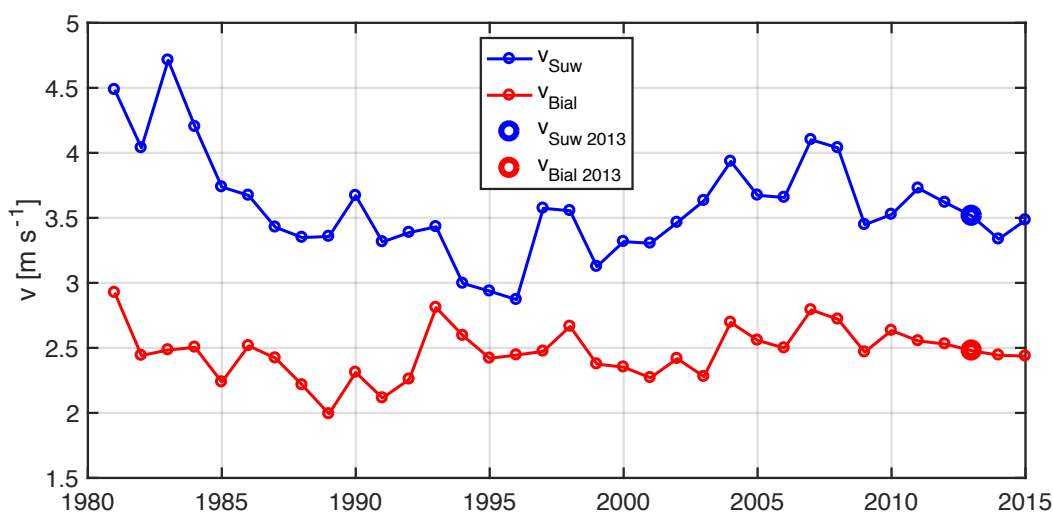


Rys. 3.4.4. Przebieg wielkości zachmurzenia ogólnego w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Dla kolejnych dni roku zaznaczono średnie wartości dobowe z lat 1981–2015 (linie pogubione), najwyższe i najniższe średnie dobowe (linie przerywane), średnie dobowe w roku 2013 (linie pocienione) oraz średnie dobowe w roku 2013 wygładzone 15-elementową średnią ruchomą ważoną filtrem trójkątnym (linie średniej grubości)

3.5. Prędkość wiatru

Wiatr, definiowany jako poziomy ruch powietrza, jest jednym z istotnych czynników determinujących wymianę pędu, masy i energii pomiędzy powierzchnią Ziemi a atmosferą. Na stacjach meteorologicznych pomiary wiatru wykonywane są standardowo na wysokości 10 m, natomiast na stacji pomiarowej w Kopytkowie, ze względu na specyfikę stacji, anemometr umieszczony jest na wysokości 3 m. Dlatego bezpośrednie porównanie wyników mogłoby być mylące, nawet przy zastosowaniu odpowiednich formuł przeliczeniowych. Poniżej przedstawione zostaną jedynie cechy zmienności prędkości wiatru na stacjach w Białymstoku i w Suwałkach, natomiast wiatr w Kopytkowie będzie zobrazowany w kolejnym rozdziale.

W przeciwieństwie do pozostałych elementów meteorologicznych prędkości wiatru w Białymstoku i w Suwałkach znacznie się od siebie różnią (rys. 3.5.1). W Białymstoku średnie roczne oscylują wokół $2,5 \text{ m s}^{-1}$, natomiast w Suwałkach jest to około $3,6 \text{ m s}^{-1}$. W Białymstoku wyraźnie mniejsza jest też zmienność prędkości wiatru – różnice między najwyższą a najniższą średnią roczną nie przekraczają tu 1 m s^{-1} , podczas gdy w Suwałkach jest to $1,8 \text{ m s}^{-1}$. Największe różnice w prędkości wiatru na obu stacjach notowano w początku lat 80., najmniejsze w połowie lat 90. W przebiegu rocznym najwyższe prędkości wiatru w północno-wschodniej Polsce obserwowane są w styczniu ze średnią $3,0 \text{ m s}^{-1}$ w Białymstoku i $4,4 \text{ m s}^{-1}$ w Suwałkach. Najniższe średnie miesięczne występują w sierpniu, odpowiednio $1,8 \text{ m s}^{-1}$ i $2,8 \text{ m s}^{-1}$ (tab. 3.5.1, rys. 3.5.3).



Rys. 3.5.1. Przebieg średniej rocznej prędkości wiatru w Białymstoku i w Suwałkach w latach 1981–2015. Większym symbolem wyróżniono wartość prędkości wiatru w roku 2013

Rok 2013 cechował się średnią prędkością wiatru zbliżoną do średniej wieloletniej. W stosunku do lat poprzednich duże prędkości wiatru zanotowano w marcu. Na stacji białostockiej średnia miesięczna osiągnęła wtedy maksymalną wartość z całego 35-lecia (rys. 3.5.2). Duże prędkości wiatru zaobserwowano również w połowie lipca i na początku grudnia oraz w początku i w drugiej połowie września (rys. 3.5.5). Średnie miesięczne lipca i grudnia na obu stacjach oraz września w Białymstoku osiągnęły bądź przekroczyły poziom górnego

kwartyła. Natomiast na poziomie bądź poniżej dolnego kwartyła były średnie miesięczne stycznia, lutego, października i listopada w Białymstoku oraz stycznia, lutego, maja, czerwca i października w Suwałkach.

Tab. 3.5.1a. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich prędkości wiatru w Białymstoku z lat 1981–2015

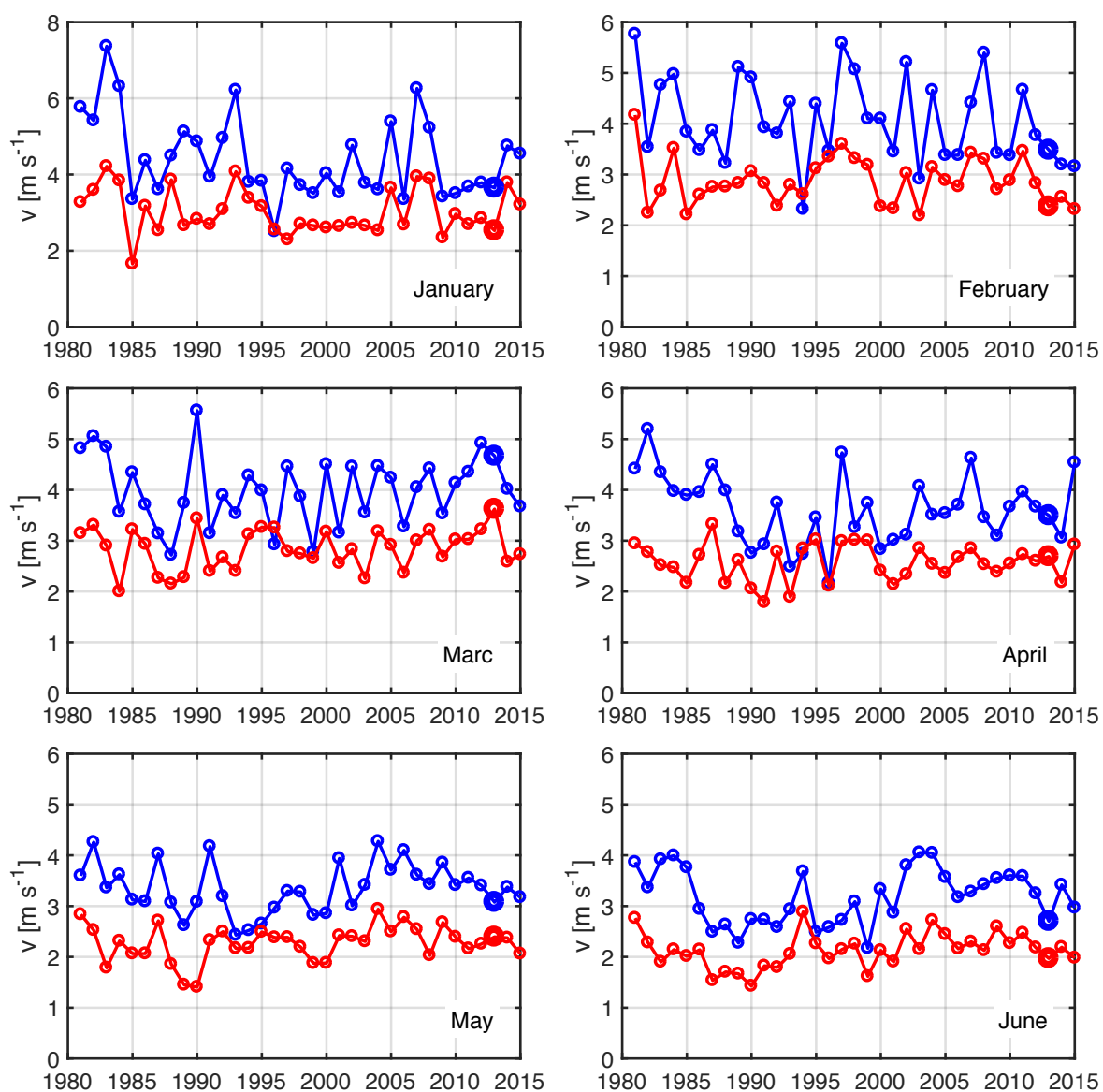
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$v_{\text{śr}}$	3,0	2,9	2,8	2,6	2,3	2,1	2,0	1,8	2,1	2,4	2,8	2,8	2,5
σ_v	0,6	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,5	0,4	0,2
v_{max}	4,2	4,2	3,6	3,3	2,9	2,9	2,8	2,4	2,6	3,4	4,1	3,7	2,9
$v_{p90\%}$	3,9	3,5	3,3	3,0	2,7	2,6	2,3	2,3	2,4	2,8	3,3	3,3	2,7
$v_{p75\%}$	3,5	3,2	3,2	2,8	2,5	2,3	2,2	2,1	2,3	2,6	3,1	3,2	2,6
$v_{p50\%}$	2,8	2,8	2,9	2,6	2,3	2,1	2,0	1,9	2,1	2,4	2,8	2,8	2,5
$v_{p25\%}$	2,6	2,6	2,6	2,3	2,1	1,9	1,8	1,5	1,8	2,1	2,5	2,6	2,4
$v_{p10\%}$	2,5	2,3	2,3	2,1	1,9	1,7	1,5	1,4	1,6	2,0	2,3	2,4	2,2
v_{min}	1,7	2,2	2,0	1,8	1,4	1,4	1,2	1,1	1,0	1,8	1,9	2,0	2,0
v_{2013}	2,5	2,4	3,6	2,7	2,4	2,0	2,3	1,9	2,3	2,0	2,4	3,2	2,5

Oznaczenia: $v_{\text{śr}}$ – średnia prędkość wiatru z lat 1981–2015, σ_v – odchylenie standardowe średnich miesięcznych, v_{min} – najniższa zanotowana w wieloleciu średnia miesięczna (lub roczna), v_{max} – najwyższa zanotowana w wieloleciu średnia miesięczna (lub roczna), $v_{p10\%}$ – percentyl 10%, $v_{p25\%}$ – percentyl 25% (górny kwartył), $v_{p50\%}$ – percentyl 50% (mediana), $v_{p75\%}$ – percentyl 75% (dolny kwartył), $v_{p90\%}$ – percentyl 90% (wszystkie statystyki wyznaczone na podstawie średnich miesięcznych lub rocznych), v_{2013} – średnie miesięczne i średnia roczna w roku 2013

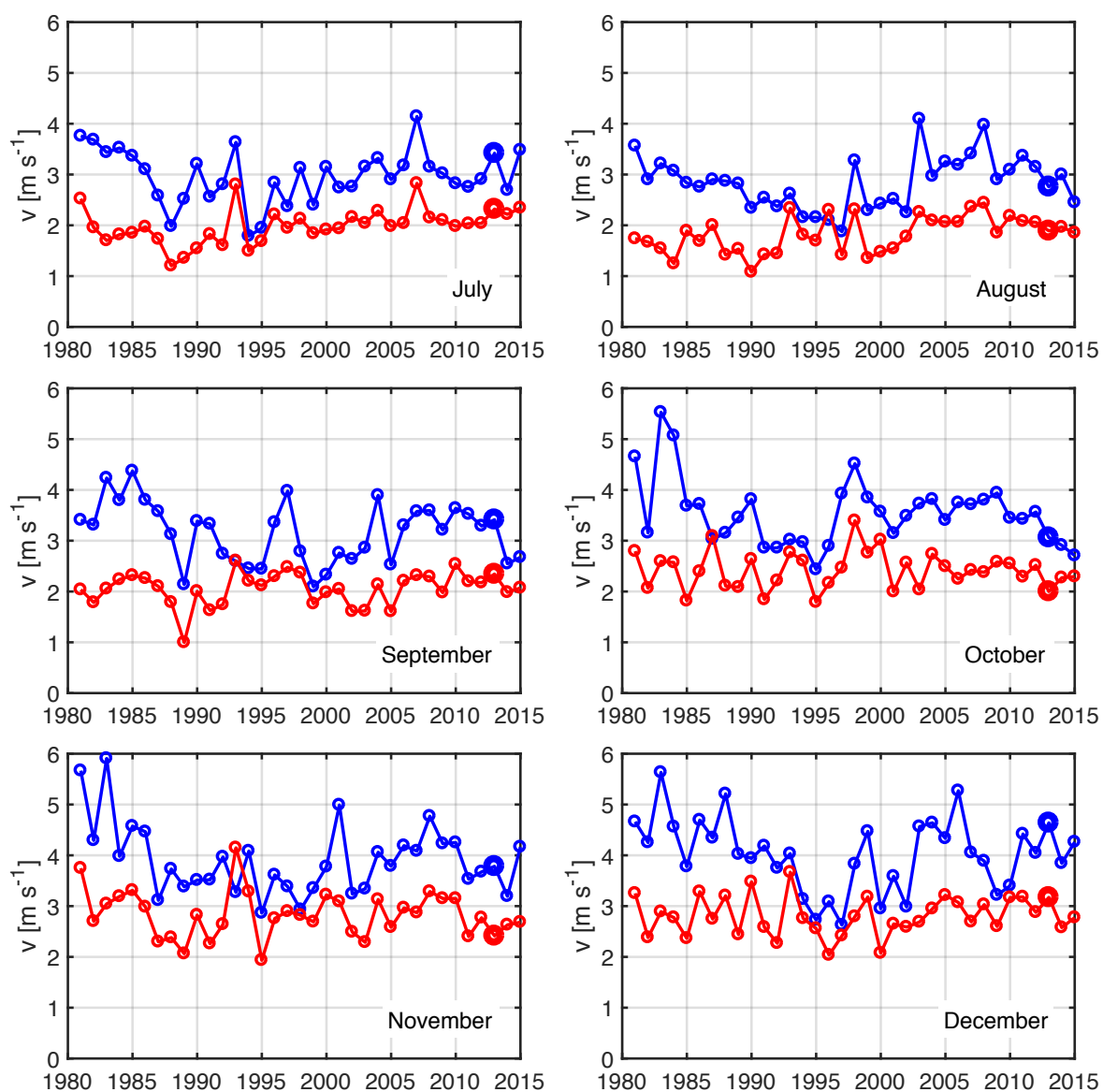
Tab. 3.5.1b. Statystyki miesięcznych i rocznych średnich prędkości wiatru w Suwałkach z lat 1981–2015

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$v_{\text{śr}}$	4.4	4.1	4.0	3.6	3.4	3.2	3.0	2.8	3.2	3.5	3.9	4.0	3.6
σ_v	1.1	0.8	0.7	0.7	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.4
v_{max}	7.4	5.8	5.6	5.2	4.3	4.1	4.1	4.1	4.4	5.5	5.9	5.6	4.7
$v_{p90\%}$	6.2	5.2	4.8	4.5	4.1	3.9	3.6	3.4	3.9	4.5	4.8	4.7	4.1
$v_{p75\%}$	5.1	4.7	4.5	4.0	3.6	3.6	3.4	3.2	3.6	3.8	4.2	4.5	3.7
$v_{p50\%}$	4.0	3.9	4.0	3.7	3.4	3.2	3.0	2.9	3.3	3.5	3.8	4.0	3.5
$v_{p25\%}$	3.6	3.4	3.5	3.1	3.1	2.7	2.7	2.4	2.6	3.0	3.4	3.6	3.4
$v_{p10\%}$	3.4	3.2	3.1	2.8	2.7	2.5	2.4	2.2	2.4	2.9	3.2	3.0	3.1
v_{min}	2.5	2.3	2.7	2.2	2.4	2.2	1.8	1.9	2.1	2.4	2.9	2.6	2.9
v_{2013}	3.6	3.5	4.7	3.5	3.1	2.7	3.4	2.8	3.4	3.1	3.8	4.6	3.5

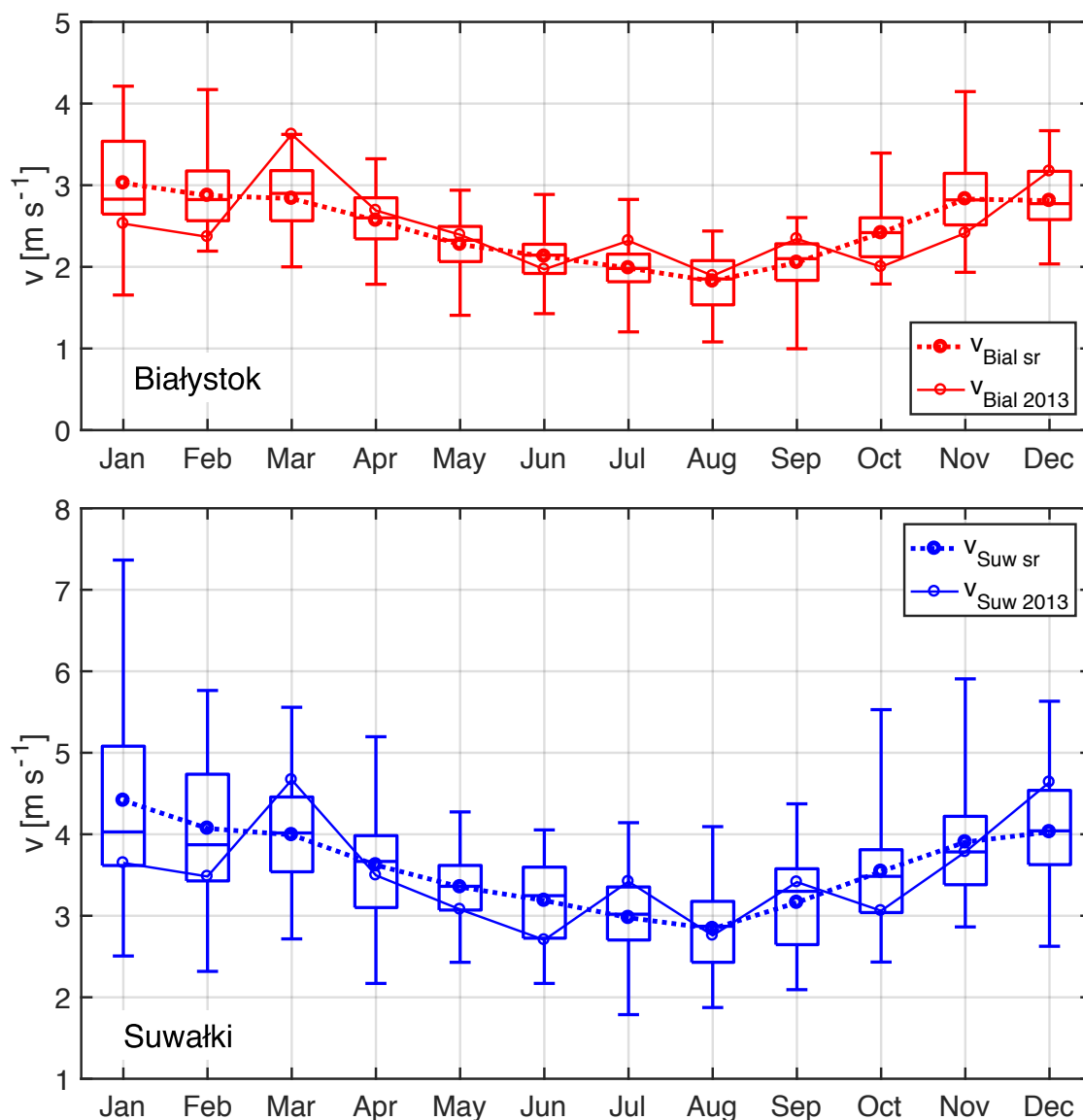
Oznaczenia jak w Tab. 3.5.1a.



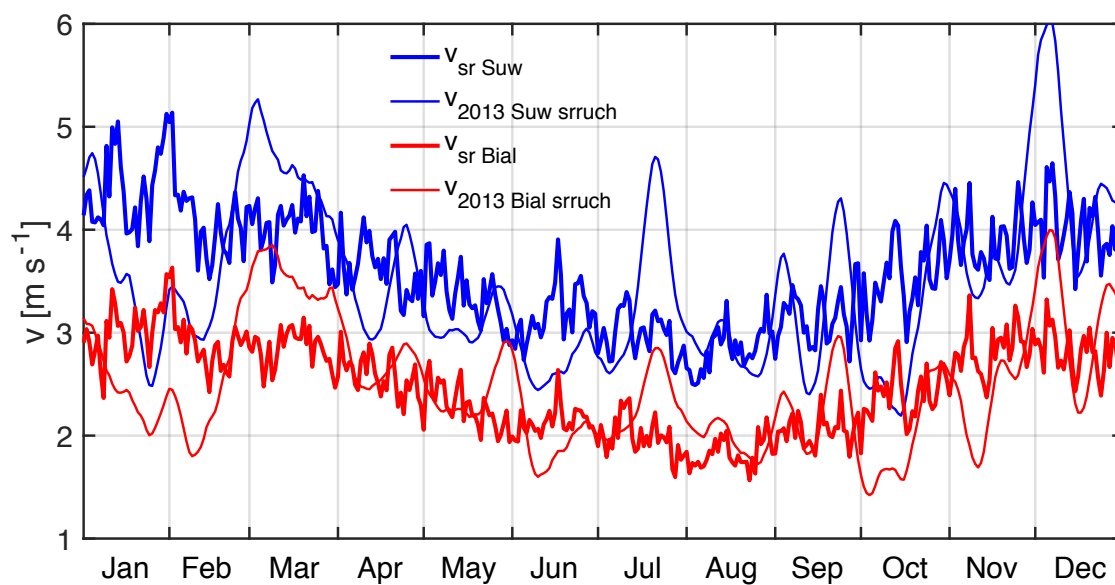
Rys. 3.5.2a. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych prędkości wiatru w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach styczeń – czerwiec. Oznaczenia jak na rys. 3.5.1.



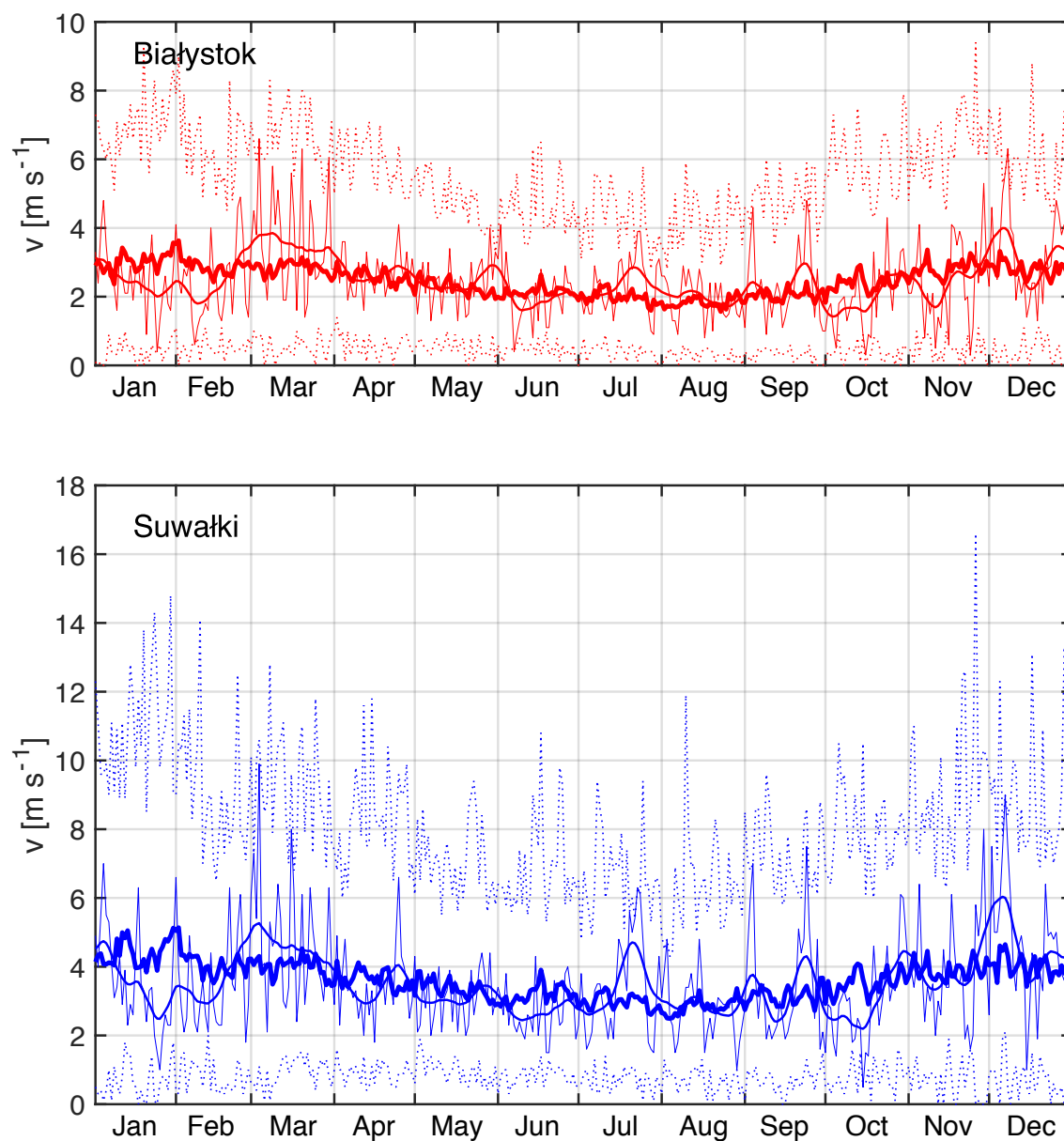
Rys. 3.5.2b. Przebieg wieloletni średnich miesięcznych prędkości wiatru w Białymstoku i w Suwałkach w miesiącach lipiec – grudzień. Oznaczenia jak na rys. 3.5.1.



Rys. 3.5.3. Roczna zmienność prędkości wiatru w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Na wykresie pudełkowym zaznaczono wartość maksymalną i minimalną, górny i dolny kwartyl oraz medianę średnich wartości miesięcznych z lat 1981–2015. Linia przerywaną zaznaczono przebieg wartości średnich z całego okresu, linią ciągłą średnie miesięczne w roku 2013



Rys. 3.5.4. Porównanie przebiegu prędkości wiatru w Białymstoku i w Suwałkach w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Dla kolejnych dni roku zaznaczono średnie wartości dobowe z lat 1981–2015 (linie pogubione) oraz średnie dobowe w roku 2013 (linie pocienione) oraz średnie dobowe w roku 2013 wygładzone 15-elementową średnią ruchomą ważoną filtrem trójkątnym (linie cienkie)



Rys. 3.5.5. Przebieg prędkości wiatru w Białymstoku (górny rysunek) i w Suwałkach (dolny rysunek) w roku 2013 na tle zmienności wieloletniej. Dla kolejnych dni roku zaznaczono średnie wartości dobowe z lat 1981–2015 (linie pogubione), najwyższe i najniższe średnie dobowe (linie przerywane), średnie dobowe w roku 2013 (linie pocienione) oraz średnie dobowe w roku 2013 wygładzone 15-elementową średnią ruchomą ważoną filtrem trójkątnym (linie średniej grubości)

4. Cechy charakterystyczne rocznej zmienności parametrów meteorologicznych w Kopytkowie w roku 2013

W rozdziale tym przedstawiono (rys. 4.1 – 4.15) przebiegi godzinnych wartości parametrów meteorologicznych na stacji w Kopytkowie w układzie rocznym w roku 2013 obejmujące:

- całkowite promieniowanie krótkofalowe (słoneczne),
- odbite promieniowanie krótkofalowe (słoneczne),
- zwrotne promieniowanie długofalowe atmosfery,
- promieniowanie długofalowe od powierzchni Ziemi do atmosfery (będące sumą promieniowania własnego powierzchni Ziemi i odbitej części promieniowania długofalowego),
- bilans radiacyjny (saldo promieniowania),
- ciśnienie atmosferyczne na poziomie stacji,
- dochodzące do powierzchni Ziemi promieniowanie fotosyntetycznie aktywne (wyrażone w jednostkach gęstości strumienia fotonów fotosyntetycznie aktywnych),
- odbite od powierzchni Ziemi promieniowanie fotosyntetycznie aktywne (wyrażone w jednostkach gęstości strumienia fotonów fotosyntetycznie aktywnych),
- temperaturę powietrza na wysokości 2,2 m n.p.g.,
- temperaturę powietrza na wysokości 0,5 m n.p.g.,
- wilgotność względną na wysokości 2,2 m n.p.g.,
- wilgotność względną na wysokości 0,5 m n.p.g.,
- wilgotność bezwzględną na wysokości 2,2 m n.p.g.,
- wilgotność bezwzględną na wysokości 0,5 m n.p.g.,
- prędkość wiatru na wysokości 3 m n.p.g.

Kierunek wiatru przedstawiono w postaci rocznej (4.16) i miesięcznych (rys. 4.17) róży wiatru. Wartości średnie oraz najwyższe i najniższe wartości średnich dobowych wybranych parametrów zestawiono w tabelach 4.1 – 4.3.

Tab. 4.1. Średnie oraz najwyższe i najniższe wartości dobowych sum promieniowania w Kopytkowie w roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$\Sigma Kd_{\text{śr}}$	2,1	4,2	12,1	14,8	18,9	21,1	20,1	18,1	9,4	5,9	2,1	1,7	10,9
ΣKd_{max}	6,9	11,0	19,9	25,0	28,6	30,3	29,1	24,7	20,5	12,7	5,6	4,0	30,3
ΣKd_{min}	0,6	1,3	4,7	5,3	4,0	6,4	7,8	5,6	2,6	1,2	0,5	0,5	0,5
$\Sigma Ku_{\text{śr}}$	1,3	2,5	6,5	3,5	2,3	3,8	3,8	3,3	1,5	1,0	0,4	0,5	2,5
ΣKu_{max}	4,8	5,9	13,4	14,6	4,7	5,7	5,5	4,5	3,7	2,3	1,1	2,4	14,6
ΣKu_{min}	0,1	0,1	0,7	0,0	0,3	1,3	1,5	1,0	0,3	0,1	0,1	0,1	0,0
$\Sigma Ld_{\text{śr}}$	23,6	25,1	21,3	26,5	30,0	31,6	31,7	31,3	29,7	28,2	27,6	25,4	27,7
ΣLd_{max}	28,0	27,4	26,2	30,9	32,6	35,4	35,1	34,8	33,6	31,9	31,0	28,0	35,4
ΣLd_{min}	17,8	21,7	15,1	21,4	25,4	27,8	27,4	28,1	25,6	23,8	21,3	21,1	15,1
$\Sigma Lu_{\text{śr}}$	24,8	26,6	25,5	29,6	34,9	35,8	35,7	35,0	32,1	30,9	29,2	27,6	30,7
ΣLu_{max}	27,9	27,5	27,5	33,9	37,4	38,2	38,2	39,7	34,0	32,9	32,1	28,9	39,7
ΣLu_{min}	20,8	24,7	22,3	26,3	32,5	33,8	33,7	32,4	28,6	28,2	26,6	24,9	20,8
$\Sigma Q^*_{\text{śr}}$	-0,2	0,2	1,5	7,8	11,7	13,0	12,2	11,1	5,4	2,3	0,1	-1,1	5,4
ΣQ^*_{max}	0,9	1,2	5,0	15,9	17,8	18,0	17,8	15,5	11,3	6,6	1,9	0,9	18,0
ΣQ^*_{min}	-1,3	-1,3	-1,6	-0,0	2,2	4,2	4,5	4,3	1,8	-1,3	-3,0	-3,5	-3,5

Oznaczenia: $\Sigma Kd_{\text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) dobową sumą całkowitego promieniowania krótkofalowego (w MJ m² dzień⁻¹), ΣKd_{max} – najwyższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą całkowitego promieniowania krótkofalowego (w MJ m² dzień⁻¹), ΣKd_{min} – najniższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą całkowitego promieniowania krótkofalowego (w MJ m² dzień⁻¹), $\Sigma Ku_{\text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) dobową sumą odbitego promieniowania krótkofalowego (w MJ m² dzień⁻¹), ΣKu_{max} – najwyższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą odbitego promieniowania krótkofalowego (w MJ m² dzień⁻¹), ΣKu_{min} – najniższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą odbitego promieniowania krótkofalowego (w MJ m² dzień⁻¹), $\Sigma Ld_{\text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) dobową sumą długofalowego promieniowania atmosfery (w MJ m² dzień⁻¹), ΣLd_{max} – najwyższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą długofalowego promieniowania atmosfery (w MJ m² dzień⁻¹), ΣLd_{min} – najniższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą długofalowego promieniowania atmosfery (w MJ m² dzień⁻¹), $\Sigma Lu_{\text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) dobową sumą długofalowego promieniowania własnego Ziemi (w MJ m² dzień⁻¹), ΣLu_{max} – najwyższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą długofalowego promieniowania własnego Ziemi (w MJ m² dzień⁻¹), ΣLu_{min} – najniższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą długofalowego promieniowania własnego Ziemi (w MJ m² dzień⁻¹), $\Sigma Q^*_{\text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) dobową sumą bilansu radiacyjnego (w MJ m² dzień⁻¹), ΣQ^*_{max} – najwyższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą bilansu radiacyjnego (w MJ m² dzień⁻¹), ΣQ^*_{min} – najniższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą bilansu radiacyjnego (w MJ m² dzień⁻¹).

Tab. 4.2. Średnie oraz najwyższe i najniższe wartości dobowych sum promieniowania fotosyntetycznie aktywnego w Kopytkowie w roku 2013

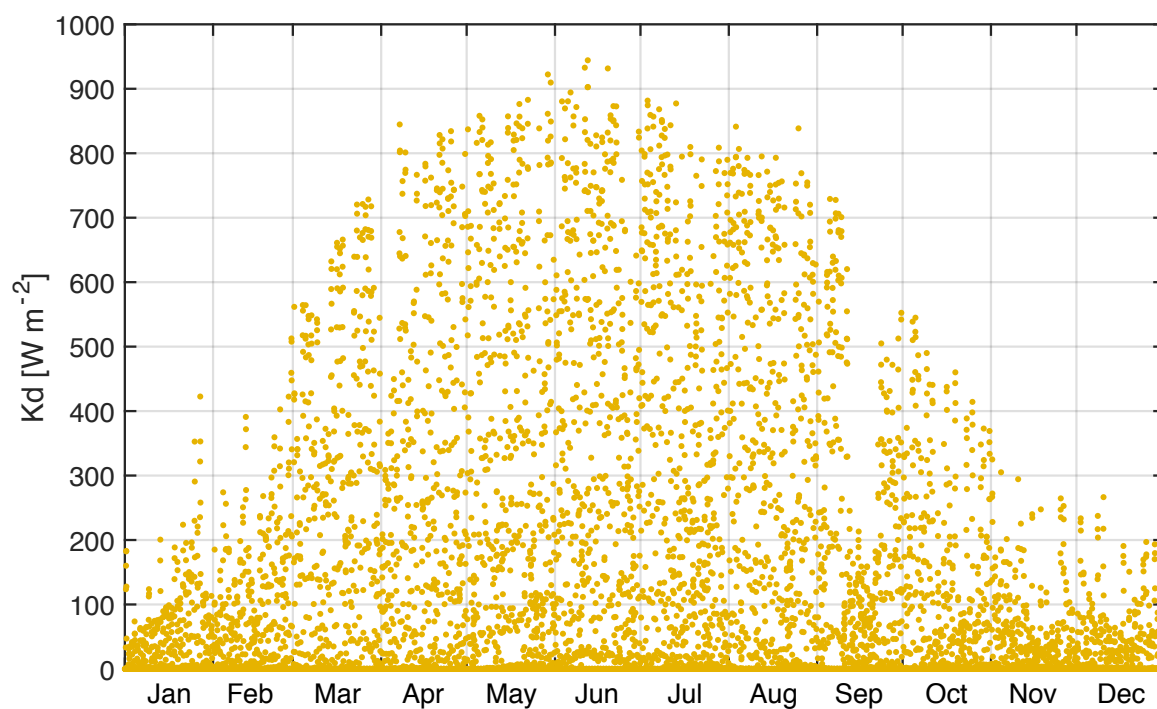
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$\Sigma \text{PARd}_{\text{sr}}$	4,0	9,1	23,9	29,9	37,1	42,0	40,1	35,9	18,5	11,4	4,2	3,3	21,7
$\Sigma \text{PARd}_{\text{max}}$	10,2	21,8	37,4	47,9	56,6	59,7	57,8	50,3	38,8	24,0	10,8	7,3	59,7
$\Sigma \text{PARd}_{\text{min}}$	1,3	2,7	9,8	13,2	8,6	13,1	15,8	11,3	5,4	2,7	1,0	1,1	1,0
$\Sigma \text{PARu}_{\text{sr}}$	3,0	6,1	14,7	8,5	2,0	2,0	2,0	1,8	0,9	0,7	0,2	0,7	3,5
$\Sigma \text{PARu}_{\text{max}}$	9,1	14,1	29,8	36,7	3,1	2,9	2,9	2,6	2,1	1,6	0,7	4,2	36,7
$\Sigma \text{PARu}_{\text{min}}$	0,1	0,2	1,5	0,0	0,4	0,6	0,8	0,5	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0

Oznaczenia: $\Sigma \text{PARd}_{\text{sr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) dobową sumą dochodzącego promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (w $\text{mol m}^2 \text{dzień}^{-1}$), $\Sigma \text{PARd}_{\text{max}}$ – najwyższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą dochodzącego promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (w $\text{mol m}^2 \text{dzień}^{-1}$), $\Sigma \text{PARd}_{\text{min}}$ – najniższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą dochodzącego promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (w $\text{mol m}^2 \text{dzień}^{-1}$), $\Sigma \text{PARu}_{\text{sr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) dobową sumą odbitego promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (w $\text{mol m}^2 \text{dzień}^{-1}$), $\Sigma \text{PARu}_{\text{max}}$ – najwyższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą odbitego promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (w $\text{mol m}^2 \text{dzień}^{-1}$), $\Sigma \text{PARu}_{\text{min}}$ – najniższa w miesiącu (lub w roku) dobową sumą odbitego promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (w $\text{mol m}^2 \text{dzień}^{-1}$)

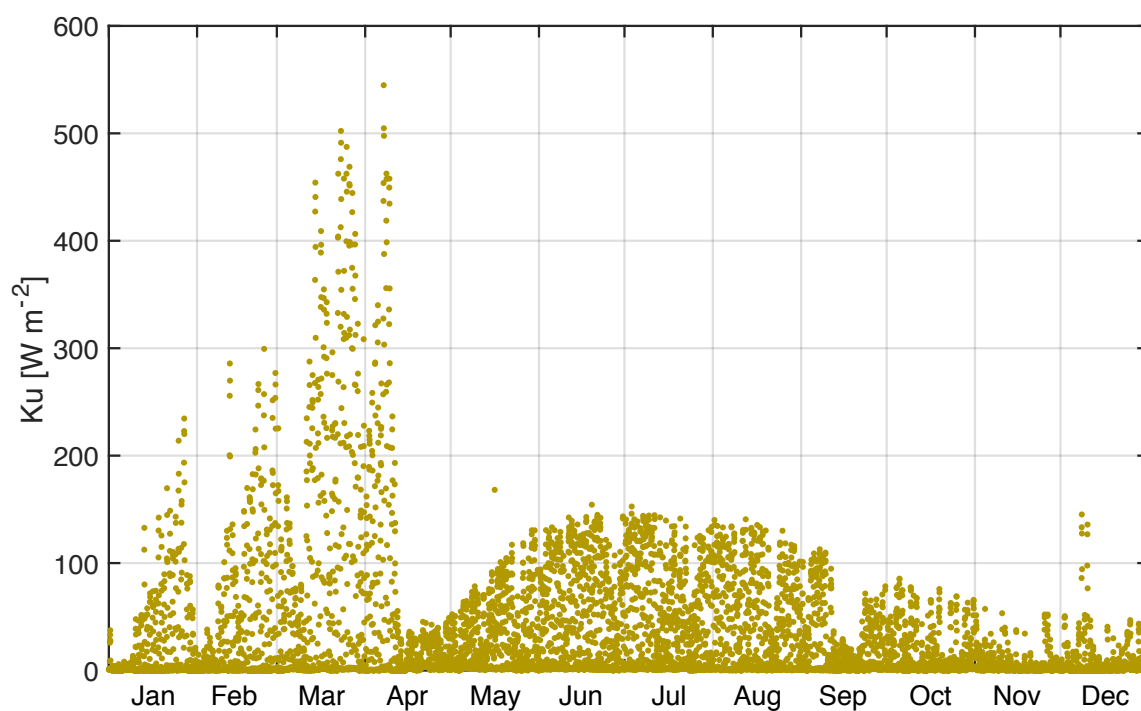
Tab. 4.3. Średnie oraz najwyższe i najniższe wartości wybranych parametrów meteorologicznych w Kopytkowie w roku 2013

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	ROK
$T_{2m, \text{śr}}$	-6,0	-1,7	-4,3	5,6	15,0	17,3	17,2	16,1	10,4	8,0	4,2	0,9	6,9
$T_{2m, \text{max}}$	3,1	1,2	1,3	14,0	20,1	22,7	22,7	26,0	14,2	12,9	10,6	4,3	26,0
$T_{2m, \text{min}}$	-16,3	-6,3	-11,3	-1,9	10,5	13,2	13,3	10,8	2,6	2,3	-1,7	-5,5	-16,3
$f_{2m, \text{śr}}$	87,8	88,2	70,3	77,3	75,4	78,5	79,8	80,2	88,8	88,0	93,5	91,4	83,2
$f_{2m, \text{max}}$	99,8	99,7	88,9	99,6	95,6	94,1	94,4	94,9	99,1	99,9	100,0	100,0	100,0
$f_{2m, \text{min}}$	71,7	73,6	55,6	52,3	56,2	64,5	68,2	62,3	73,6	71,5	81,3	74,9	52,3
$\rho_{2m, \text{śr}}$	3,0	3,8	2,6	5,5	9,6	11,5	11,6	11,0	8,6	7,4	6,2	4,7	7,1
$\rho_{2m, \text{max}}$	5,3	4,9	4,2	8,6	12,1	15,3	15,9	15,2	12,0	10,5	9,1	6,1	15,9
$\rho_{2m, \text{min}}$	1,3	2,8	1,3	2,9	5,5	8,8	8,6	7,4	5,3	4,4	3,5	2,9	1,3
$v_{2m, \text{śr}}$	2,5	2,3	3,2	2,3	2,1	1,6	2,0	1,6	2,2	1,9	2,3	3,3	2,3
$v_{2m, \text{max}}$	5,2	4,4	6,4	4,2	3,2	2,9	4,7	3,3	5,1	4,2	4,9	8,0	8,0
$v_{2m, \text{min}}$	0,5	1,2	1,1	1,0	0,8	0,6	0,6	0,6	0,9	0,5	0,8	0,9	0,5

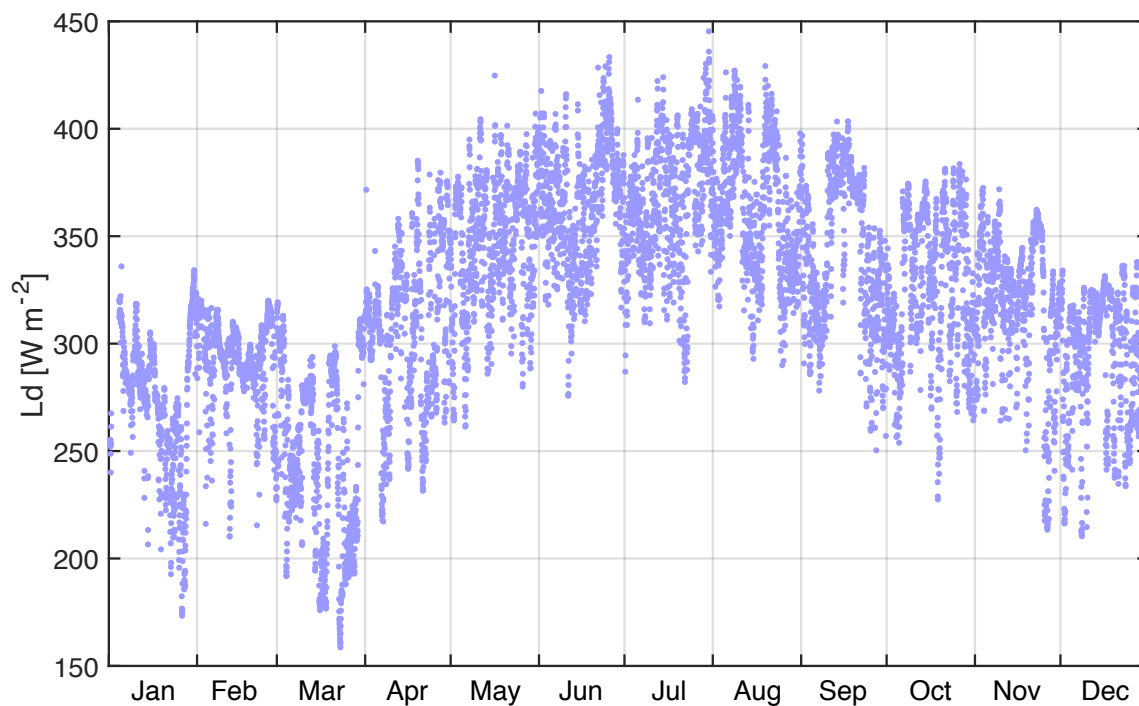
Oznaczenia: $T_{2m, \text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) temperatura powietrza (w °C), $T_{2m, \text{max}}$ – najwyższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową temperatura powietrza (w °C), $T_{2m, \text{min}}$ – najniższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową temperatura powietrza (w °C), $f_{2m, \text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) wilgotność względna (w %), $f_{2m, \text{max}}$ – najwyższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową wilgotność względna (w %), $f_{2m, \text{min}}$ – najniższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową wilgotność względna (w %), $\rho_{2m, \text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) wilgotność bezwzględna (w g m⁻³), $\rho_{2m, \text{max}}$ – najwyższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową wilgotność bezwzględna (w g m⁻³), $\rho_{2m, \text{min}}$ – najniższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową wilgotność bezwzględna (w g m⁻³), $v_{2m, \text{śr}}$ – średnia miesięczna (lub roczna) prędkość wiatru (w m s⁻¹), $v_{2m, \text{max}}$ – najwyższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową prędkość wiatru (w m s⁻¹), $v_{2m, \text{min}}$ – najniższa w miesiącu (lub w roku) średnia dobową prędkość wiatru (w m s⁻¹)



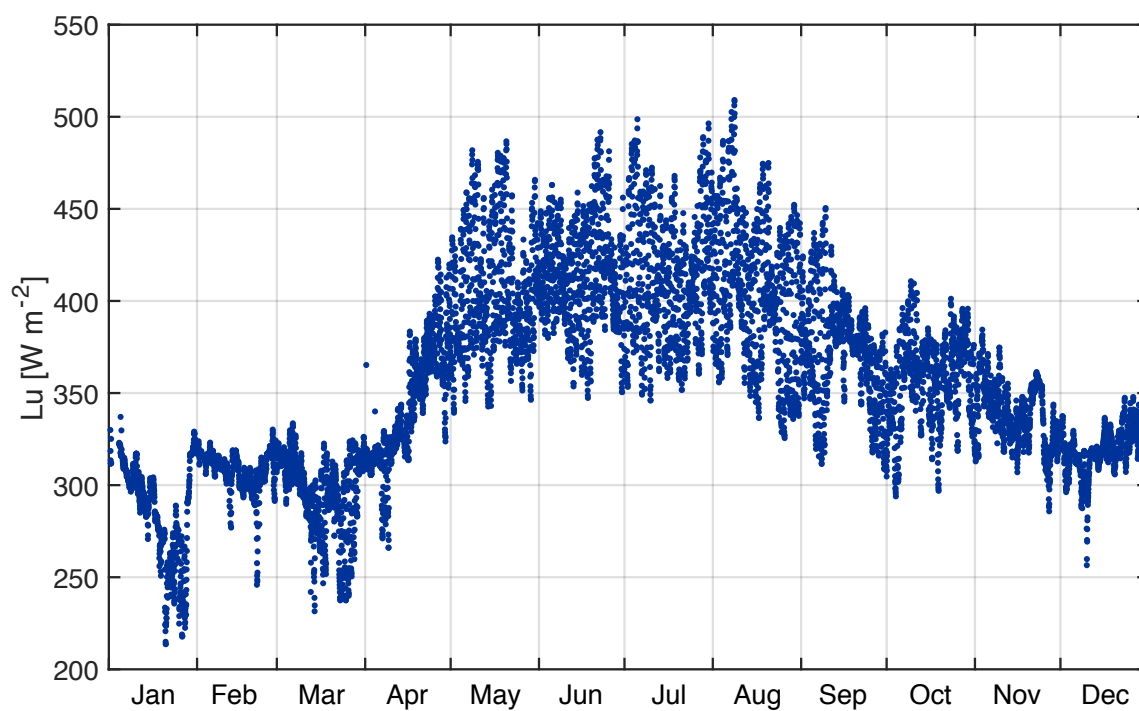
Rys. 4.1. Godzinne wartości całkowitego promieniowania słonecznego w Kopytkowie w roku 2013



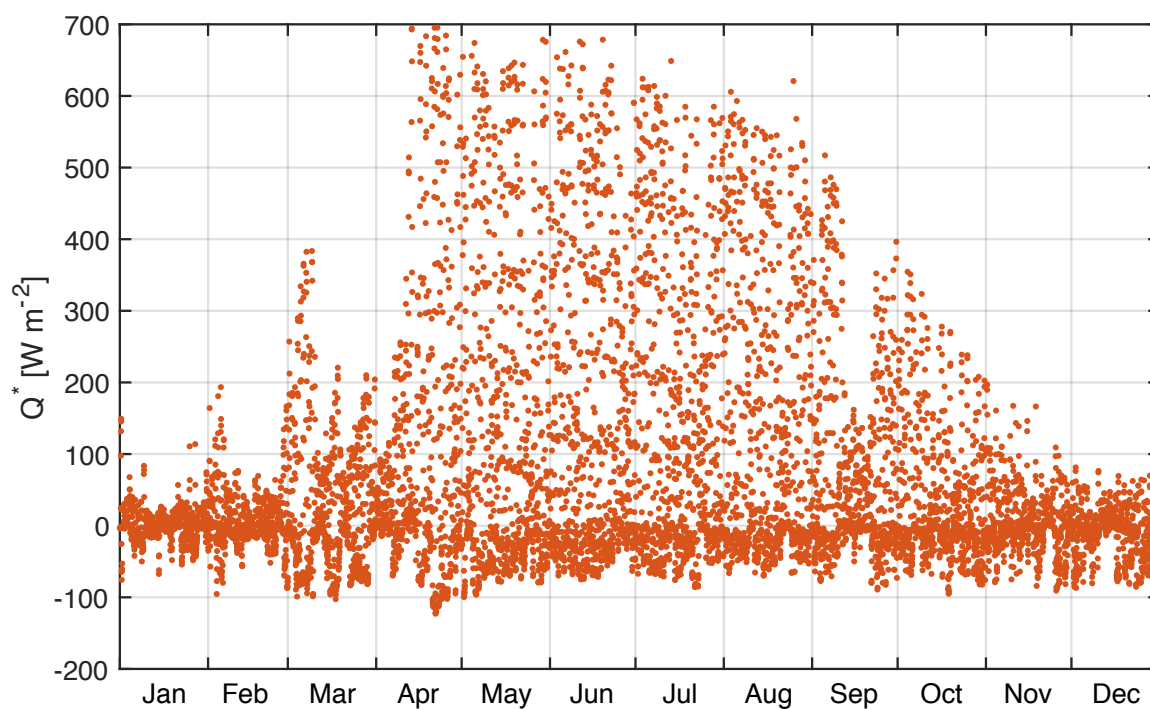
Rys. 4.2. Godzinne wartości odbitego promieniowania słonecznego w Kopytkowie w roku 2013



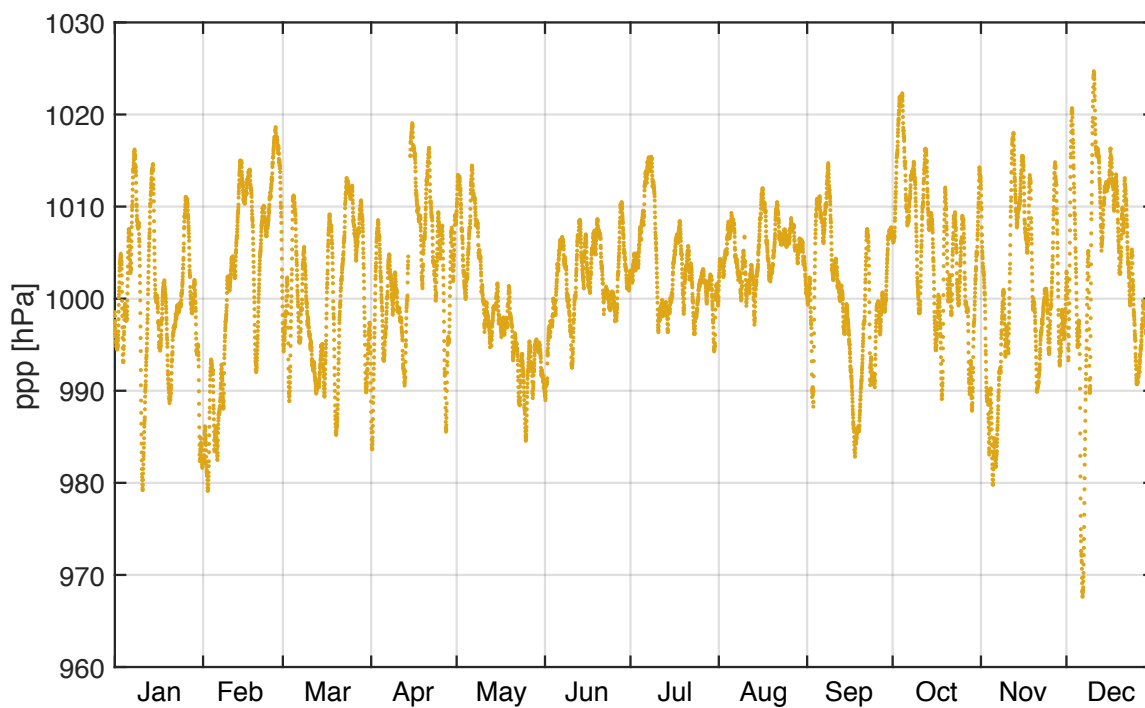
Rys. 4.3. Godzinne wartości zwrotnego promieniowania długofalowego atmosfery w Kopytkowie w roku 2013



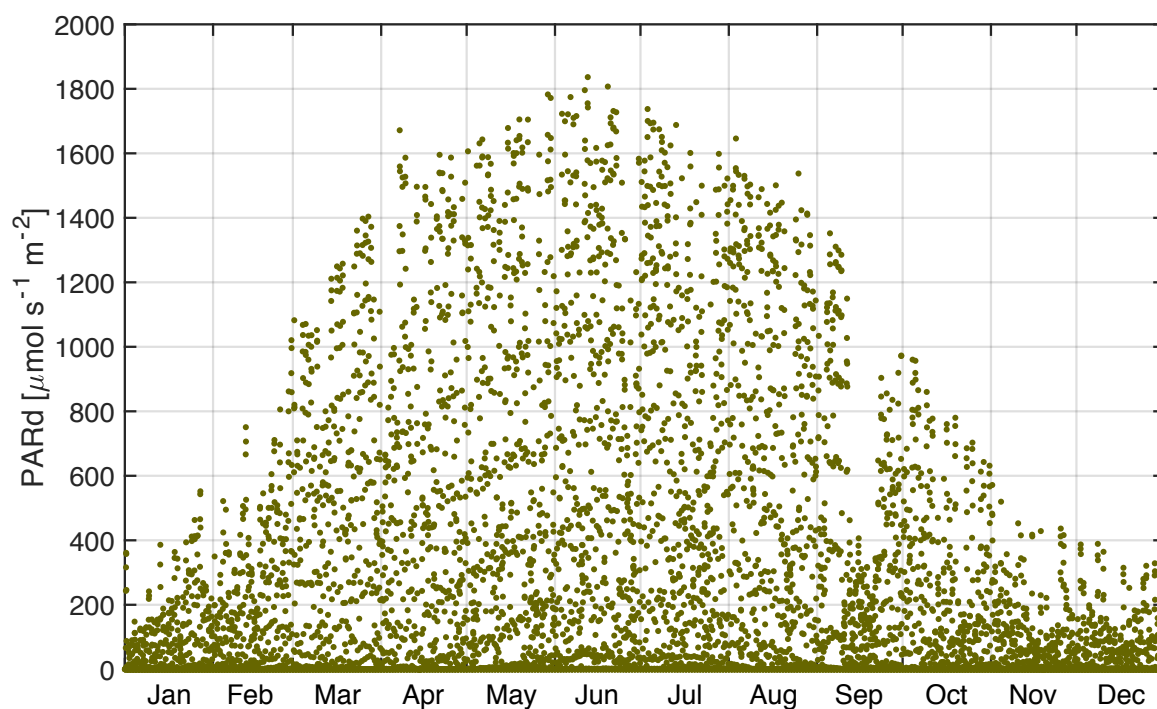
Rys. 4.4. Godzinne wartości długofalowego promieniowania własnego Ziemi (plus część odbita zwrotnego promieniowania atmosfery) w Kopytkowie w roku 2013



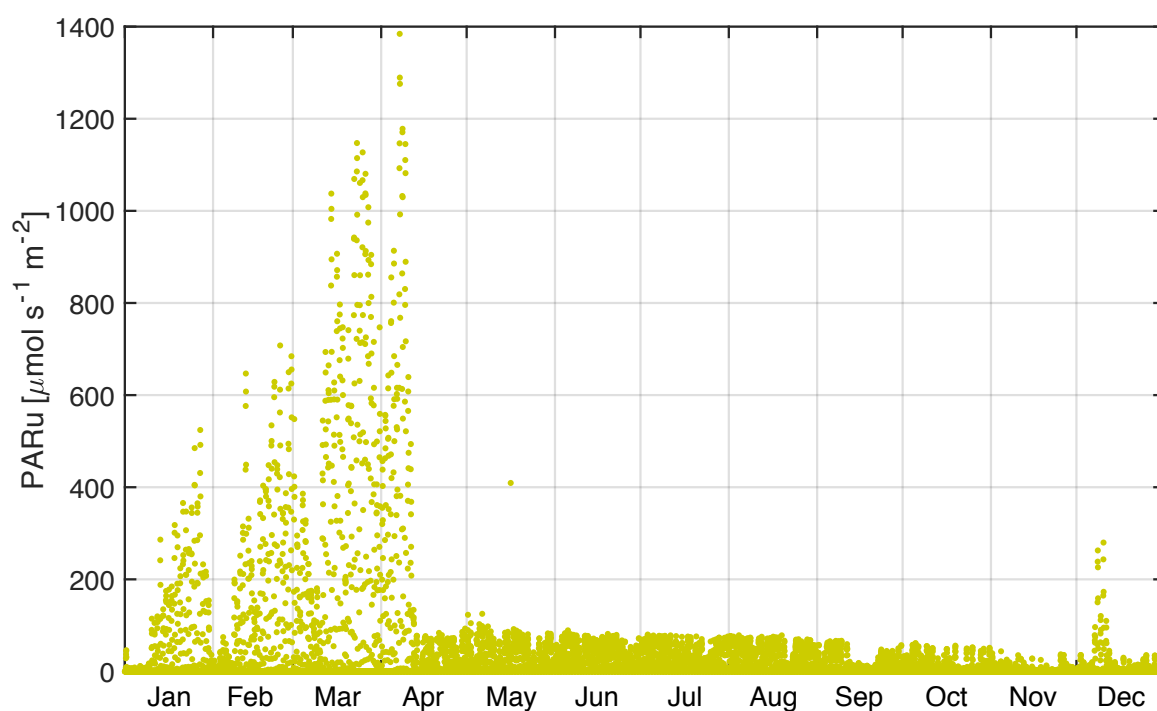
Rys. 4.5. Godzinne wartości bilansu radiacyjnego (salda promieniowania) w Kopytkowie w roku 2013



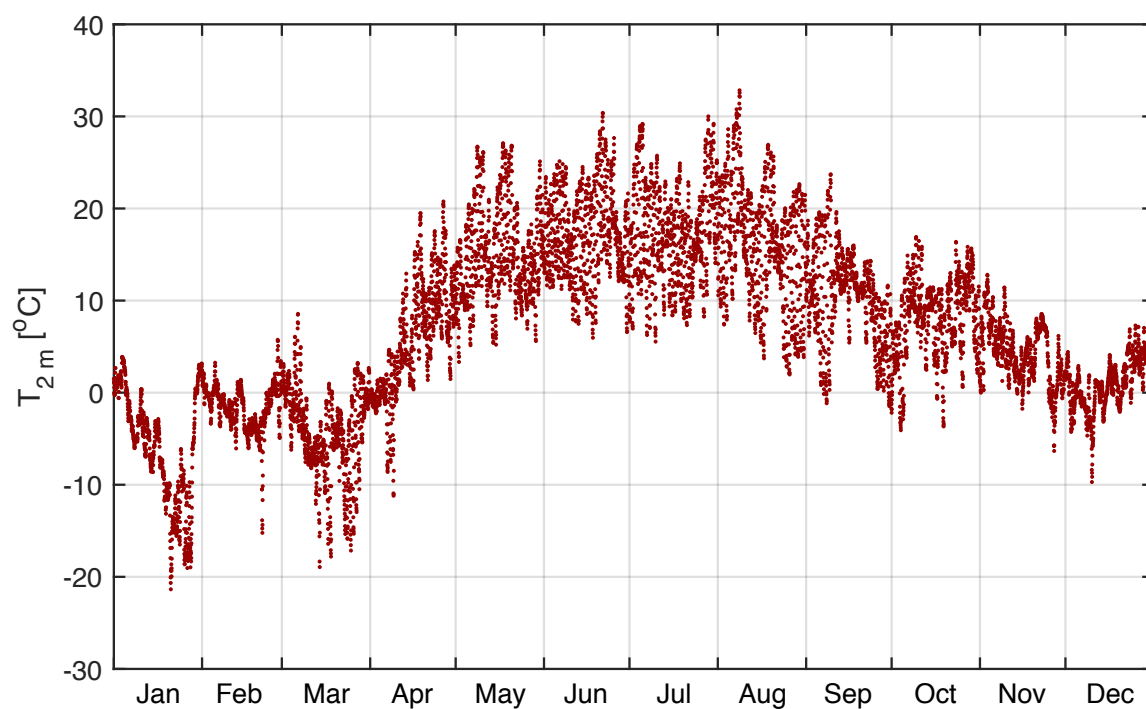
Rys. 4.6. Godzinne wartości ciśnienia atmosferycznego w Kopytkowie w roku 2013



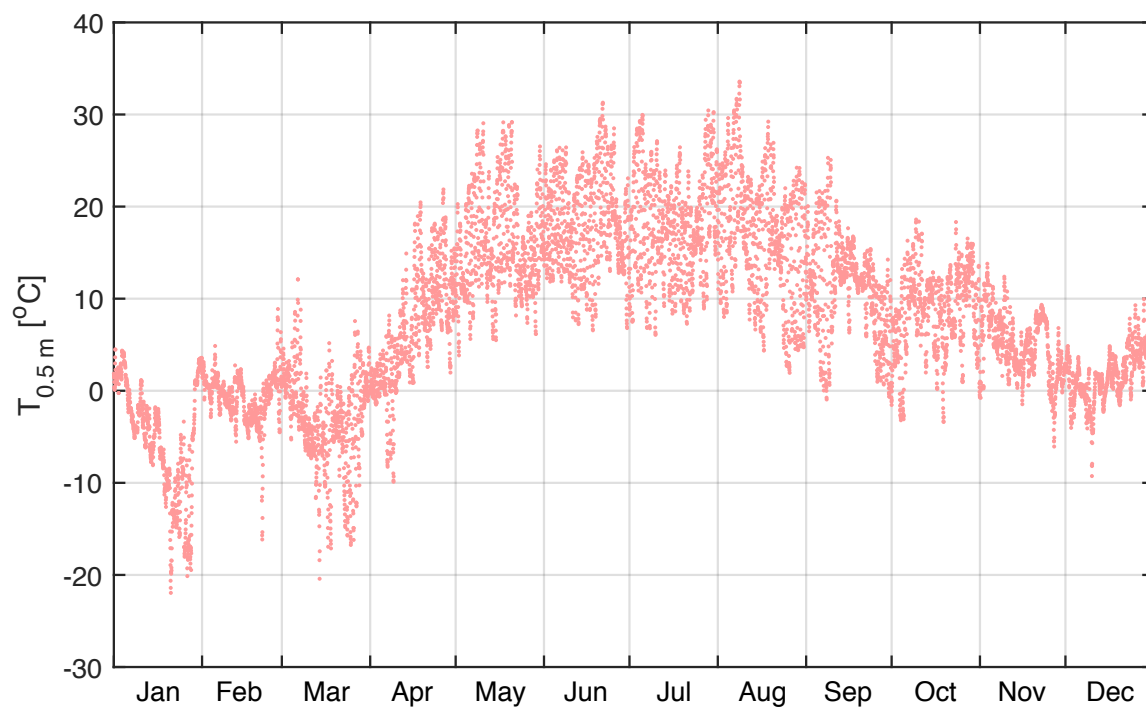
Rys. 4.7. Godzinne wartości dochodzącego do powierzchni Ziemi promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (wyrażonego w jednostkach w gęstości strumienia fotonów fotosyntetycznie aktywnych) w Kopytkowie w roku 2013



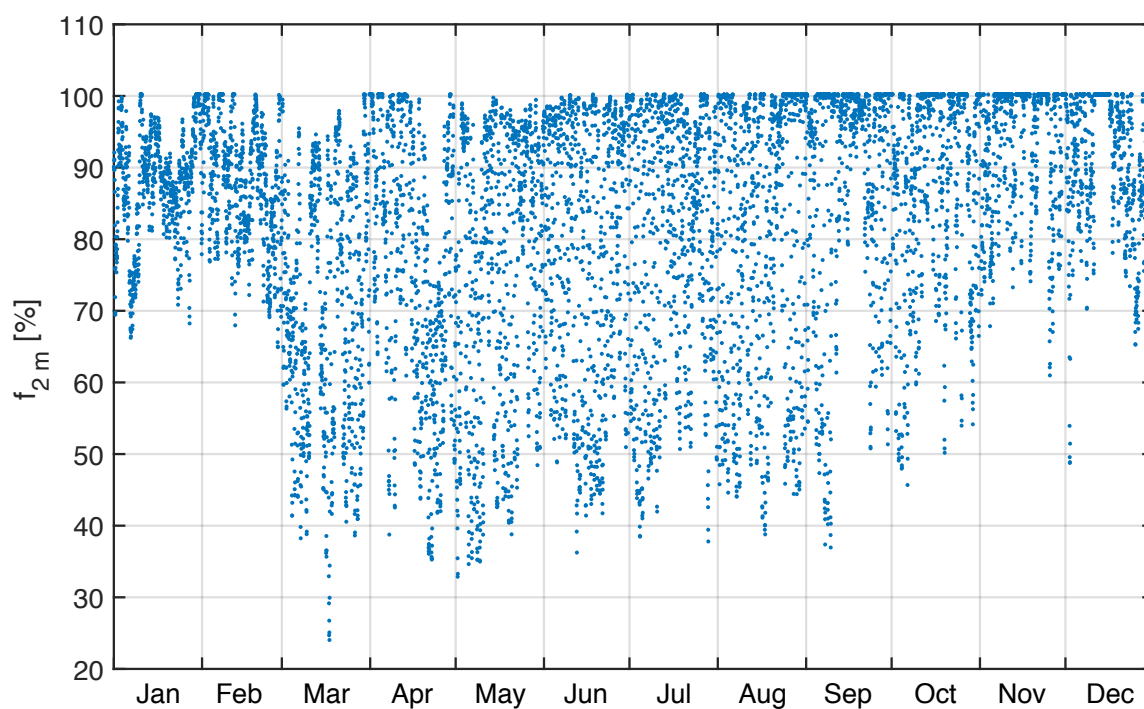
Rys. 4.8. Godzinne wartości odbitego od powierzchni Ziemi promieniowania fotosyntetycznie aktywnego (wyrażonego w jednostkach gęstości strumienia fotonów fotosyntetycznie aktywnych) w Kopytkowie w roku 2013



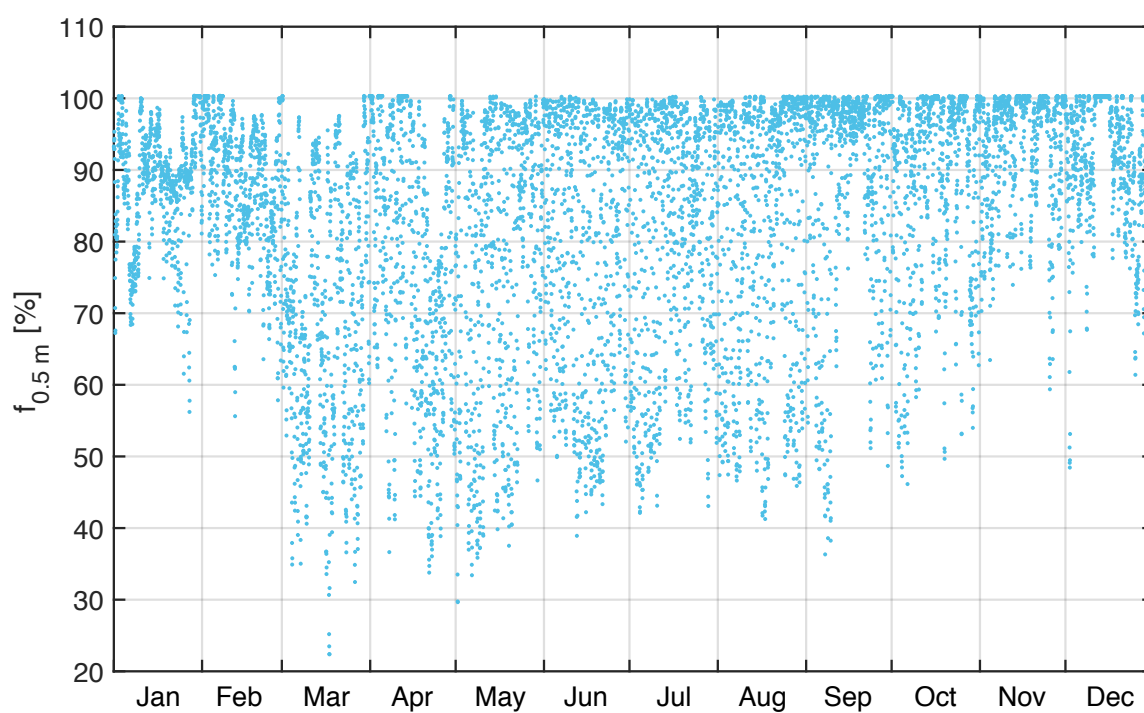
Rys. 4.9. Godzinne wartości temperatury powietrza na wysokości 2,2 m w Kopytkowie w roku 2013



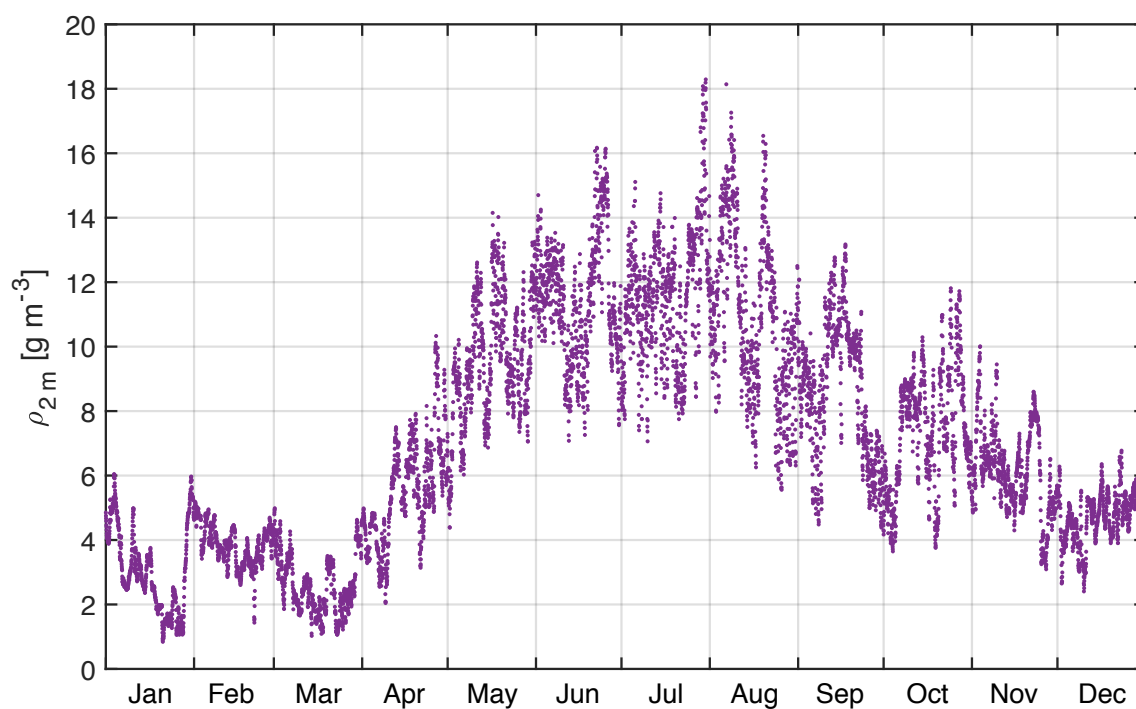
Rys. 4.10. Godzinne wartości temperatury powietrza na wysokości 0,5 m w Kopytkowie w roku 2013



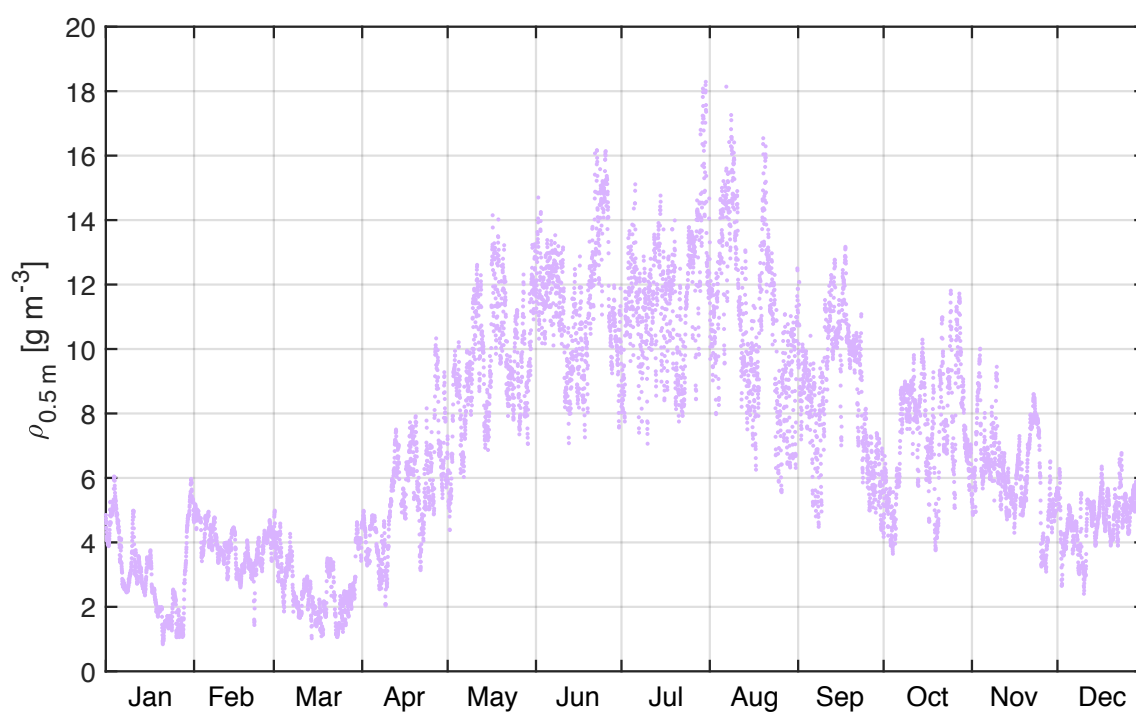
Rys. 4.11. Godzinne wartości wilgotności względnej powietrza na wysokości 2,2 m w Kopytkowie w roku 2013



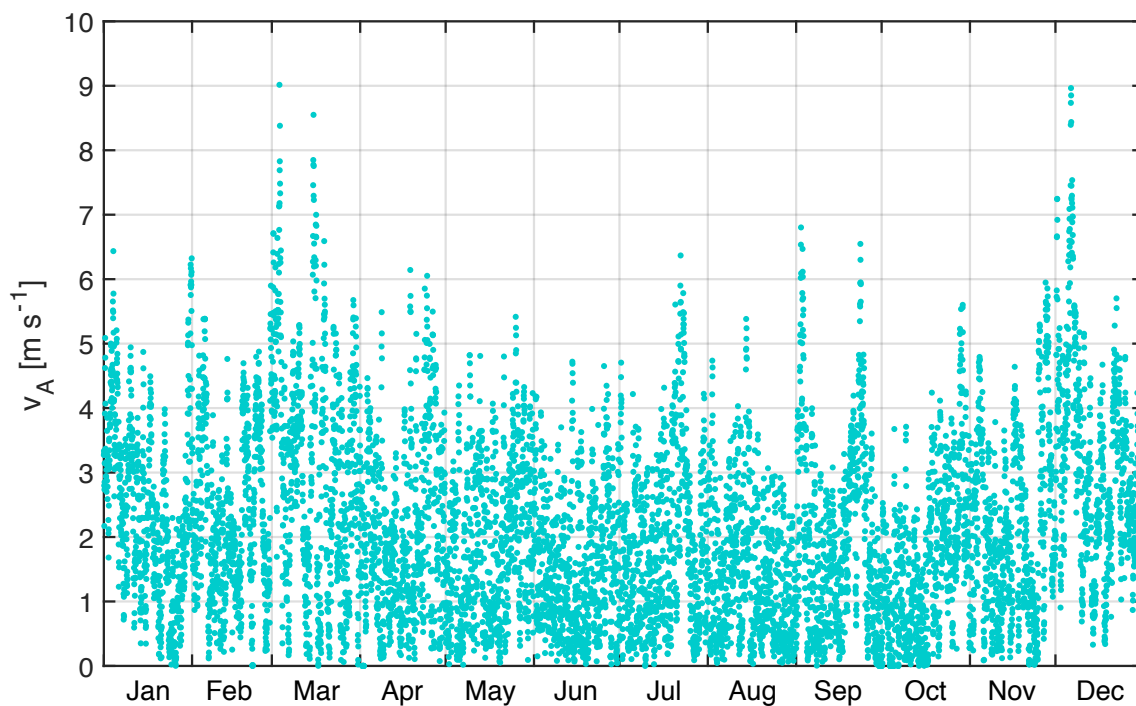
Rys. 4.12. Godzinne wartości wilgotności względnej powietrza na wysokości 0,5 m w Kopytkowie w roku 2013



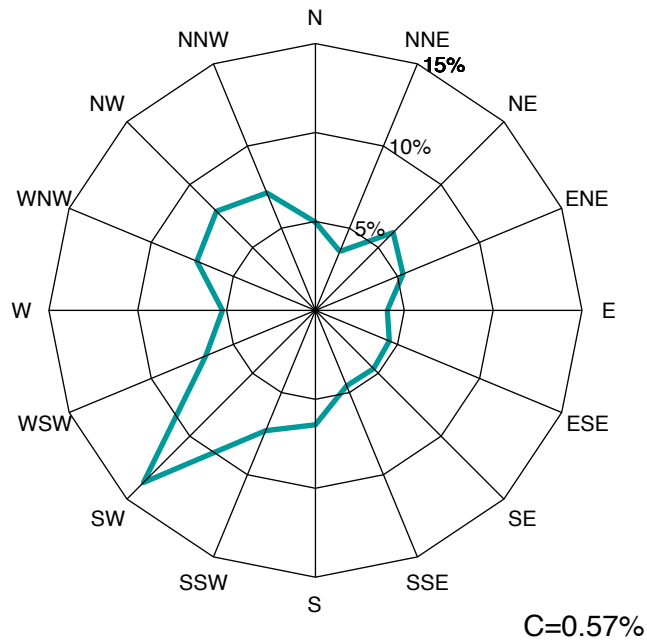
Rys. 4.13. Godzinne wartości wilgotności bezwzględnej powietrza na wysokości 2,2 m w Kopytkowie w roku 2013



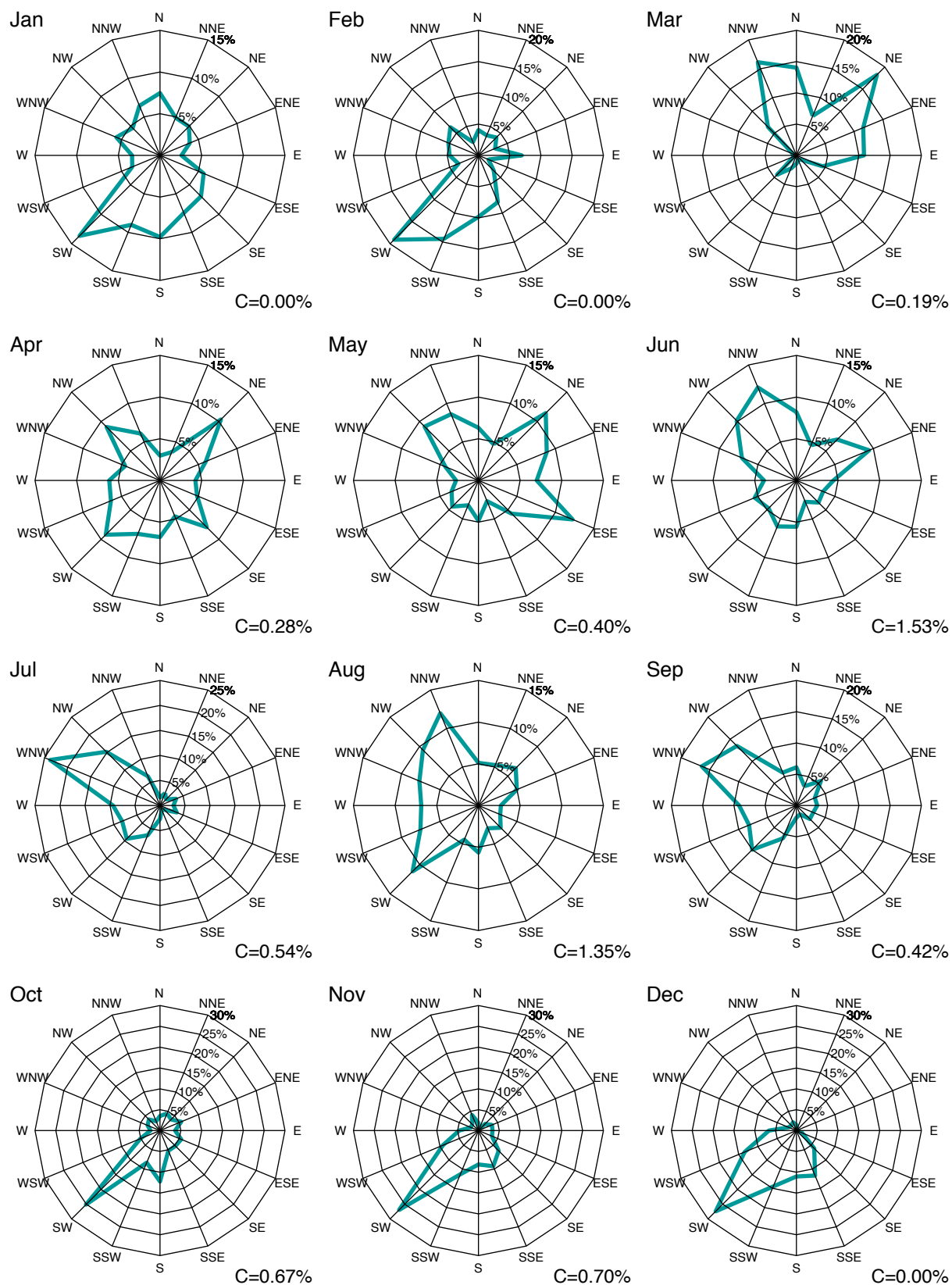
Rys. 4.14. Godzinne wartości wilgotności bezwzględnej powietrza na wysokości 0,5 m w Kopytkowie w roku 2013



Rys. 4.15. Godzinne wartości prędkości wiatru na wysokości 3 m w Kopytkowie w roku 2013



Rys. 4.16. Róża wiatru na wysokości 3 m w Kopytkowie w roku 2013 (C – cisze)

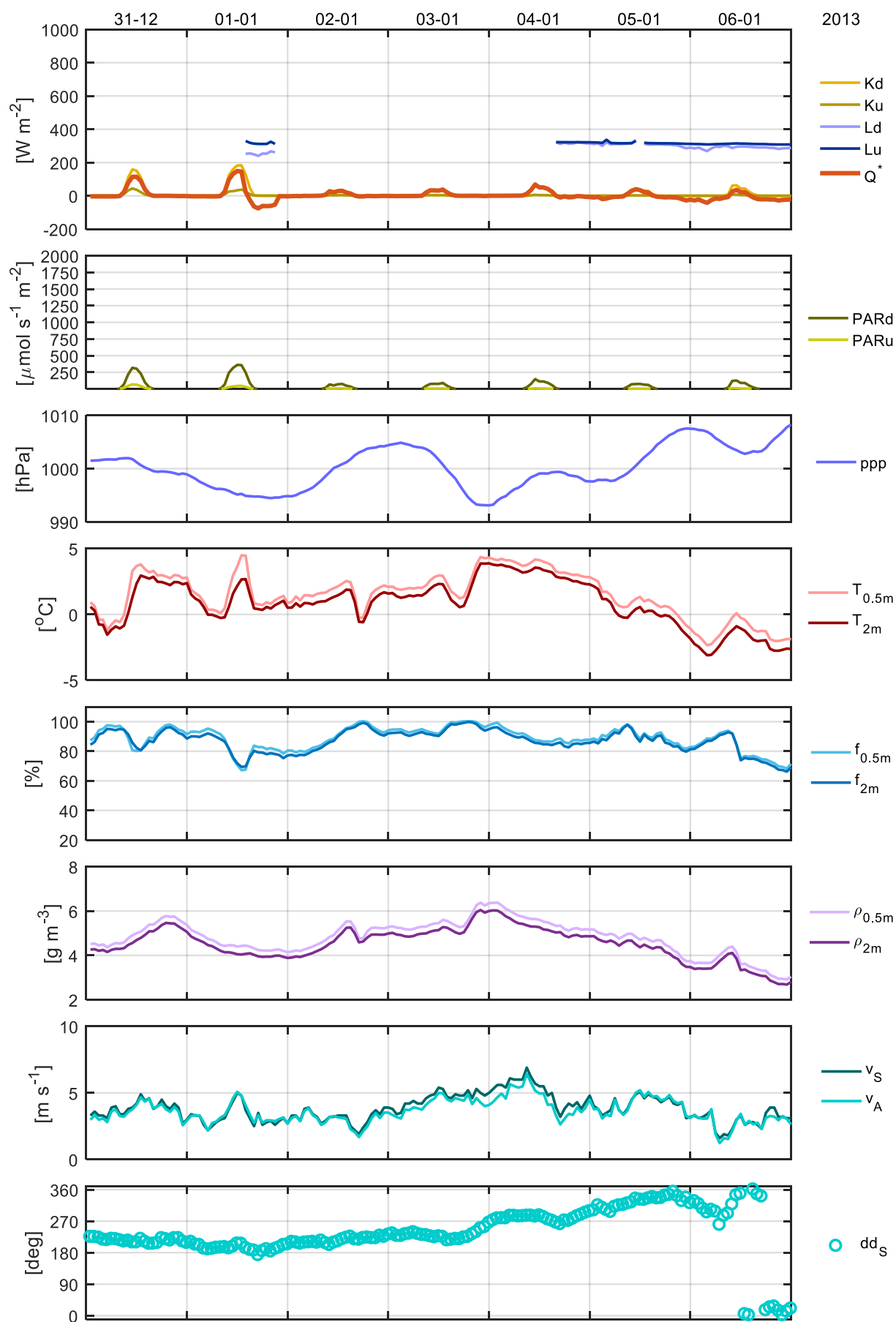


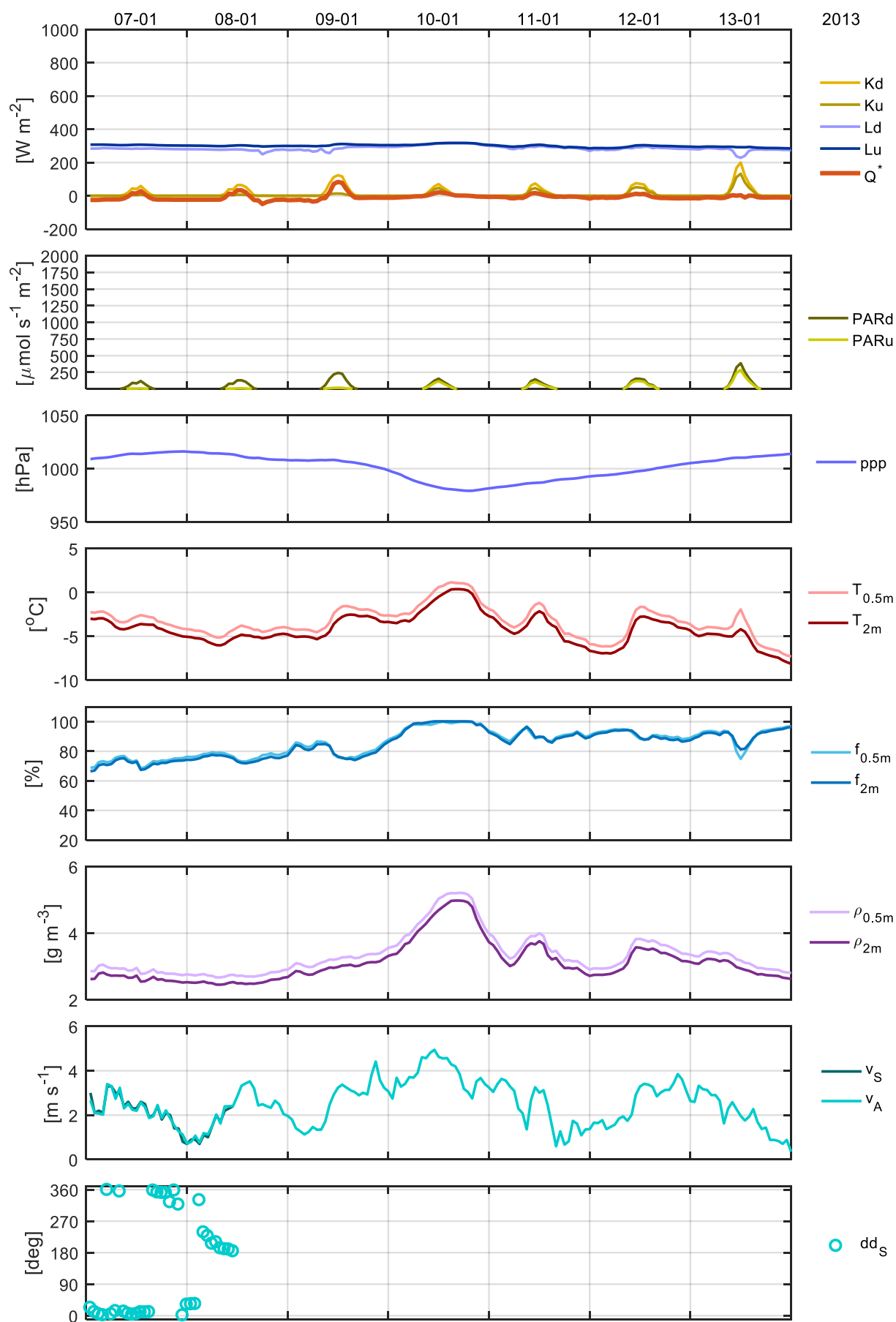
Rys. 4.17. Róże wiatru na wysokości 3 m w Kopytkowie w kolejnych miesiącach roku 2013
(C – cisze)

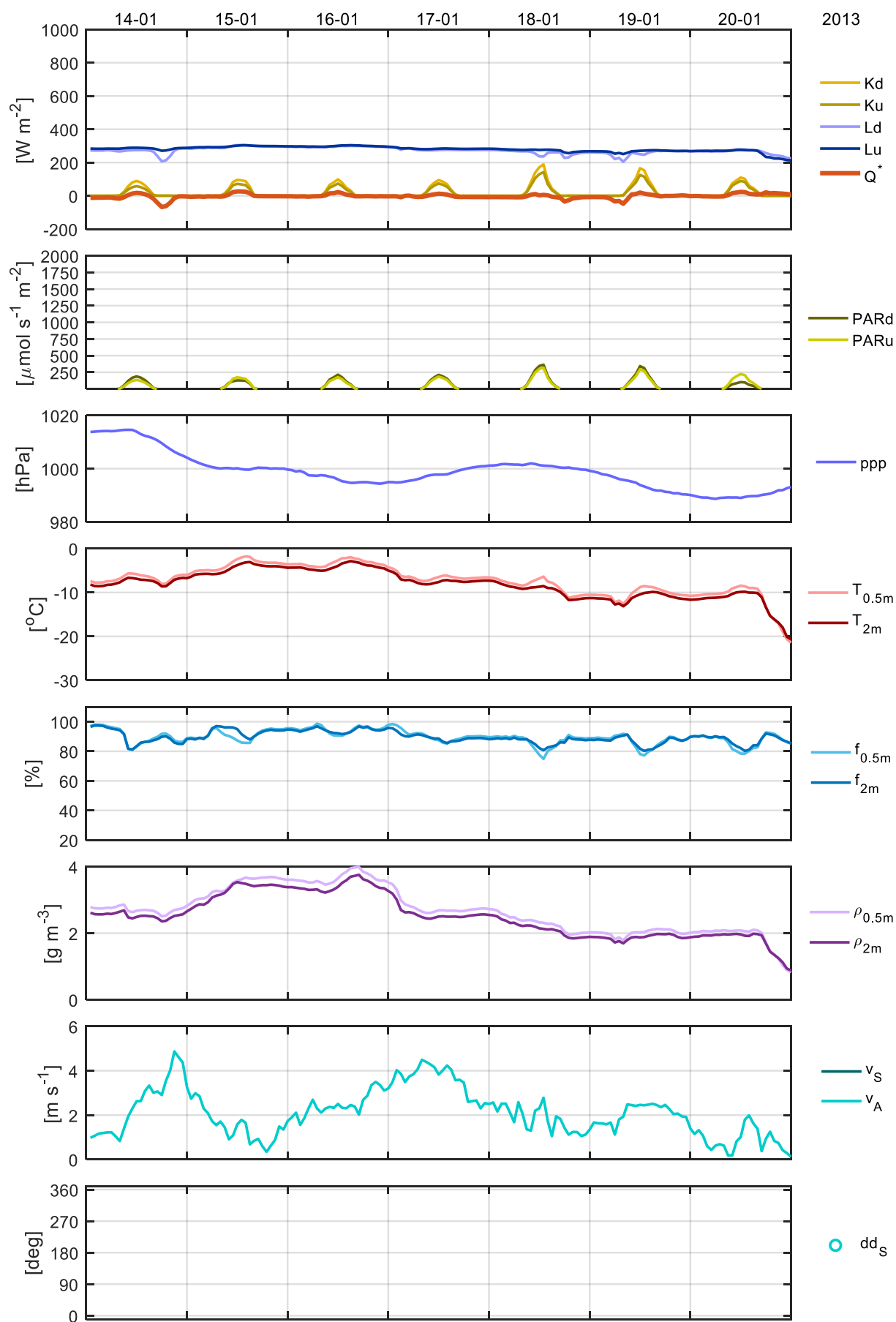
5. Przebiegi parametrów meteorologicznych w Kopytkowie w kolejnych tygodniach 2013 roku

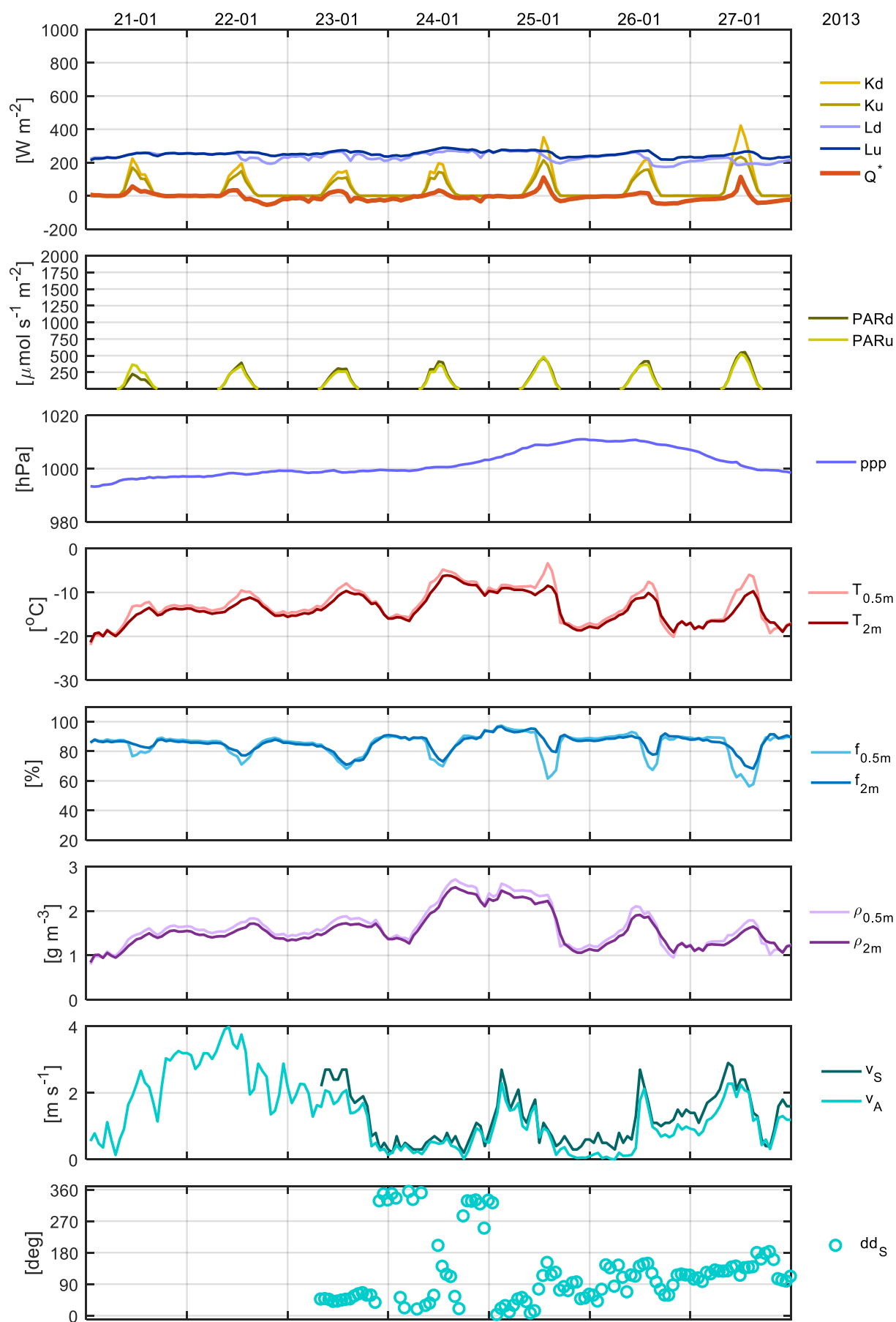
W rozdziale tym przedstawiono przebiegi godzinnych wartości parametrów meteorologicznych na stacji w Kopytkowie w roku 2013. Wykresy na kolejnych stronach zawierają tygodniowe przebiegi (od poniedziałku do niedzieli włącznie) następujących parametrów:

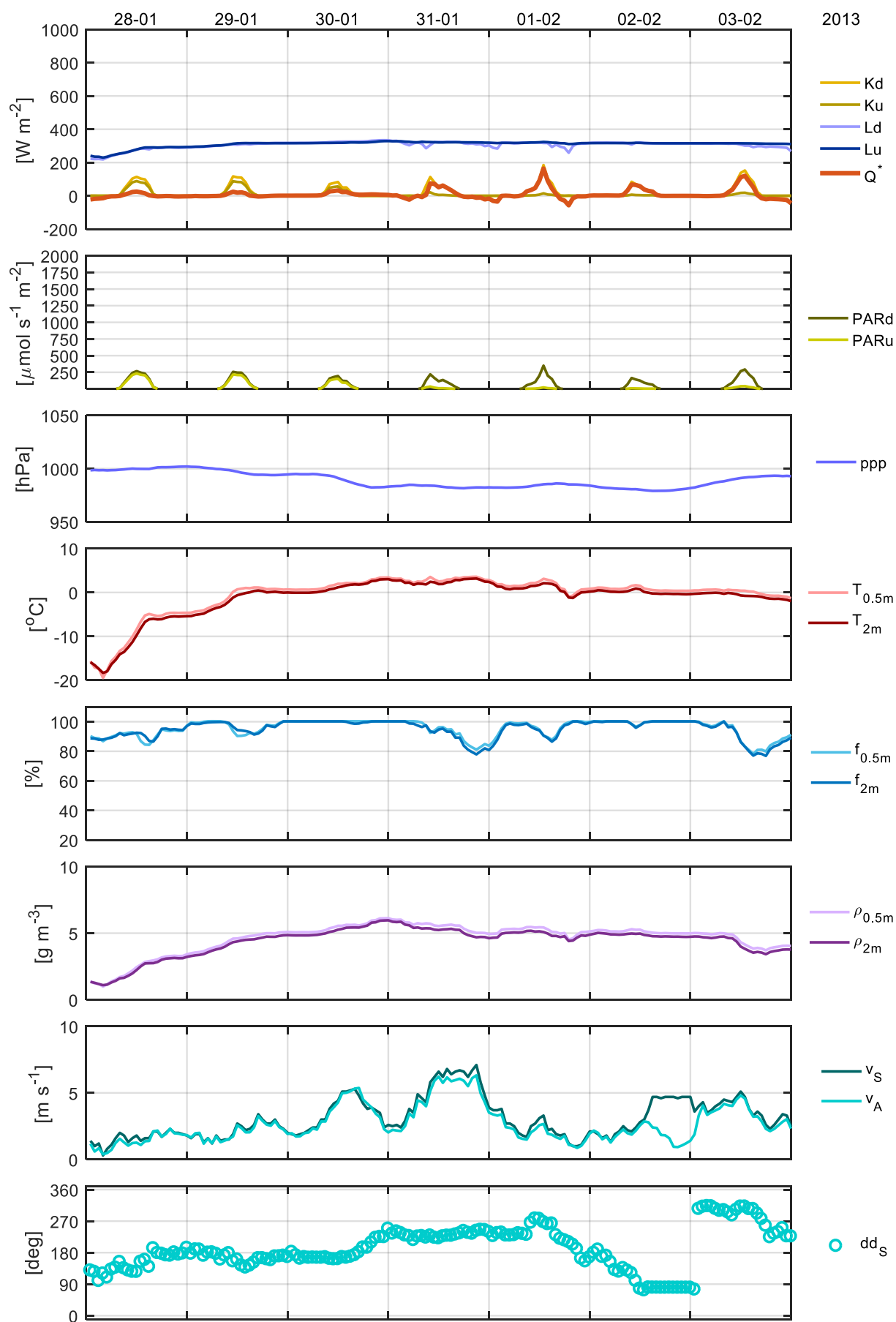
- całkowite promieniowanie krótkofalowe (słoneczne) – K_d ,
- odbite promieniowanie krótkofalowe (słoneczne) – K_u ,
- zwrotne promieniowanie długofalowe atmosfery – L_d ,
- promieniowanie długofalowe od powierzchni Ziemi do atmosfery (będące sumą promieniowania własnego powierzchni Ziemi i odbitej części promieniowania długofalowego) – L_u ,
- bilans radiacyjny (saldo promieniowania) – Q^* ,
- dochodzące do powierzchni Ziemi promieniowanie fotosyntetycznie aktywne (wyrażone w jednostkach gęstości strumienia fotonów fotosyntetycznie aktywnych) – PAR_d ;
- odbite od powierzchni Ziemi promieniowanie fotosyntetycznie aktywne (wyrażone w jednostkach gęstości strumienia fotonów fotosyntetycznie aktywnych) – PAR_u ,
- ciśnienie atmosferyczne na poziomie stacji – ppp ,
- temperatura powietrza na wysokości 2,2 m n.p.g. – T_{2m} ,
- temperatura powietrza na wysokości 0,5 m n.p.g. – $T_{0.5m}$,
- wilgotność względna na wysokości 2,2 m n.p.g. – f_{2m} ,
- wilgotność względna na wysokości 0,5 m n.p.g. – $f_{0.5m}$,
- wilgotność bezwzględna na wysokości 2,2 m n.p.g. – ρ_{2m} ;
- wilgotność bezwzględna na wysokości 0,5 m n.p.g. – $\rho_{0.5m}$;
- prędkość wiatru z anemometru czasowego na wysokości 3 m n.p.g. – v_A ;
- prędkość wiatru z anemometru akustycznego na wysokości 3,7 m n.p.g. – v_S ;
- kierunek wiatru z anemometru akustycznego na wysokości 3,7 m n.p.g. – dd_S .

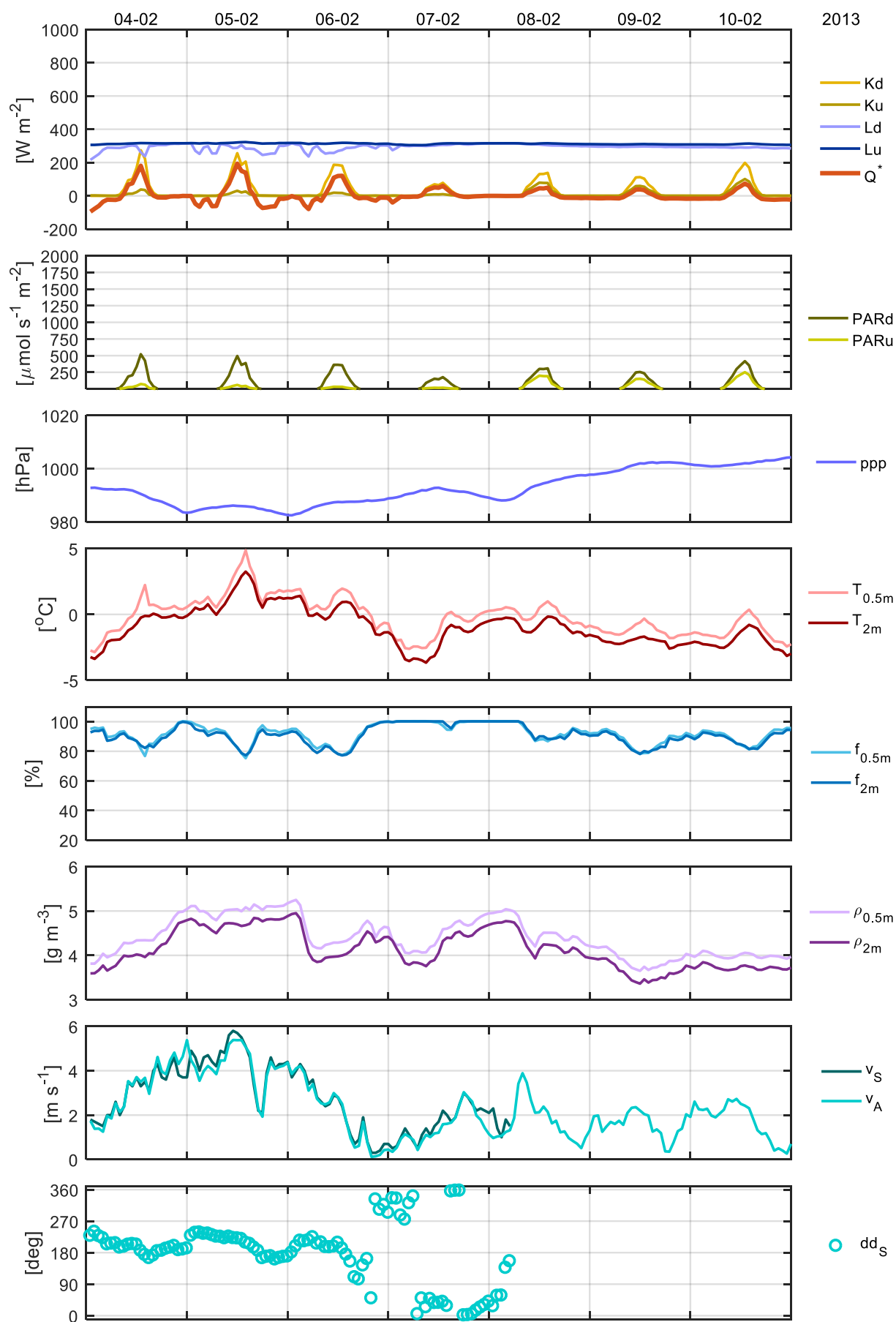


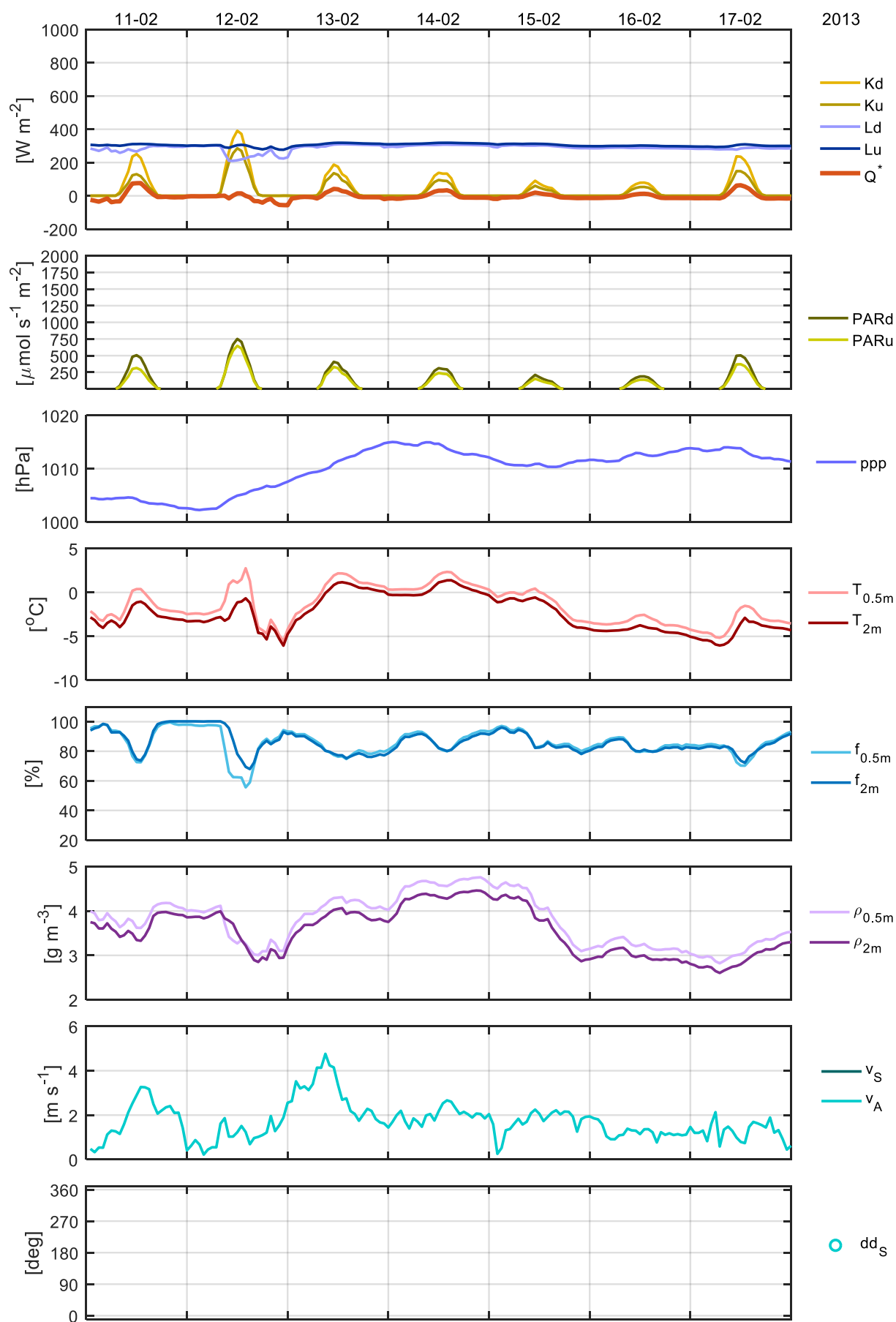


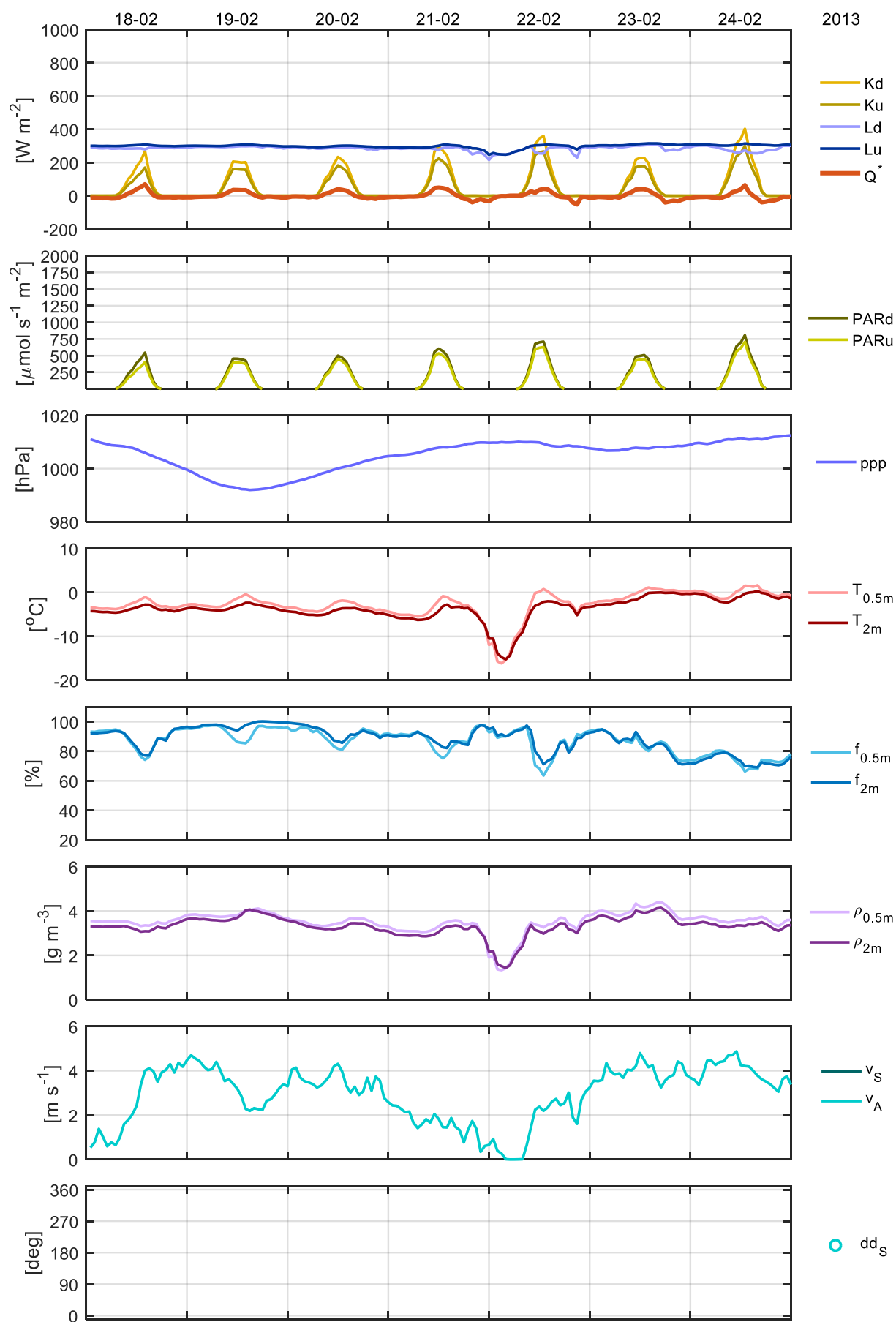


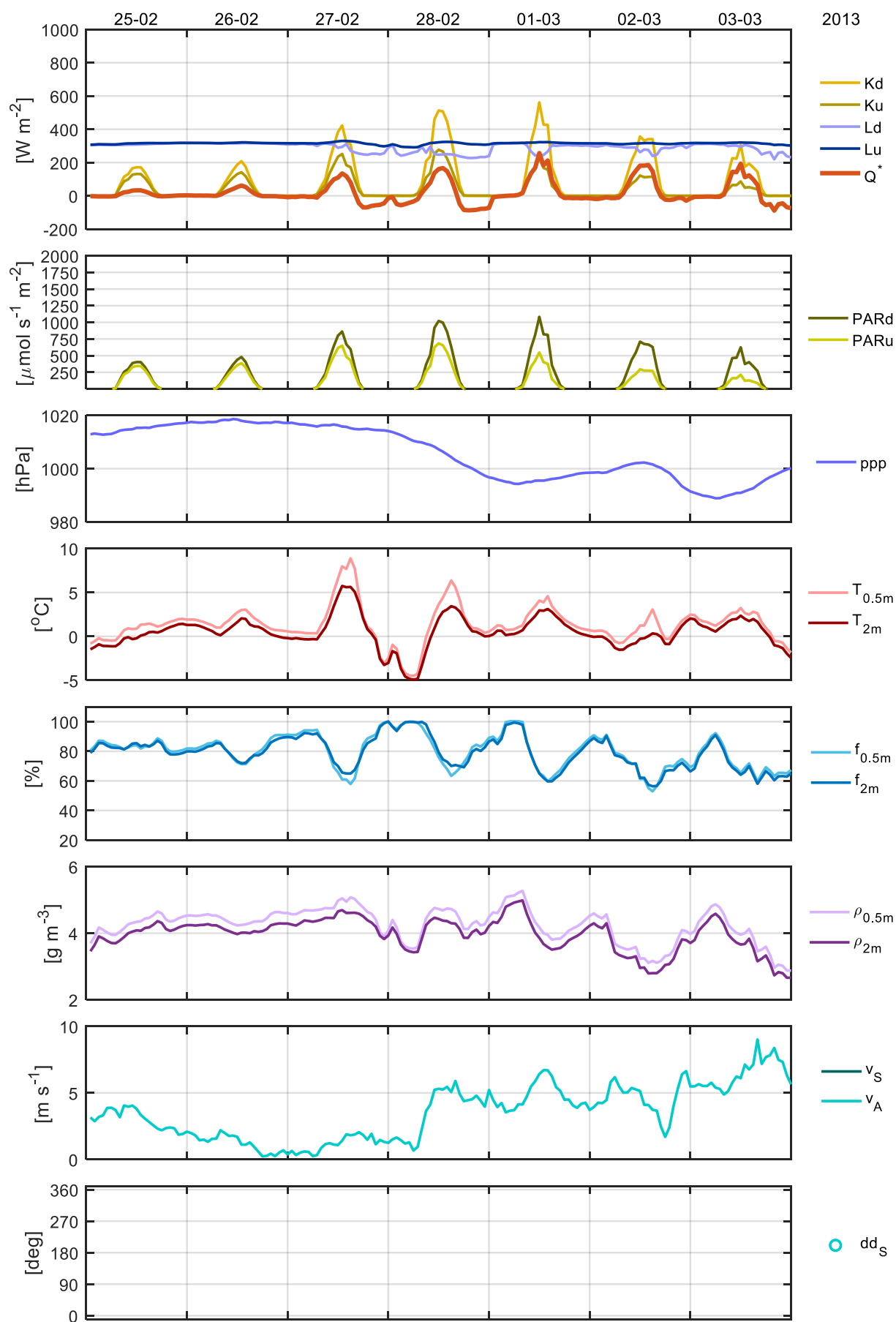


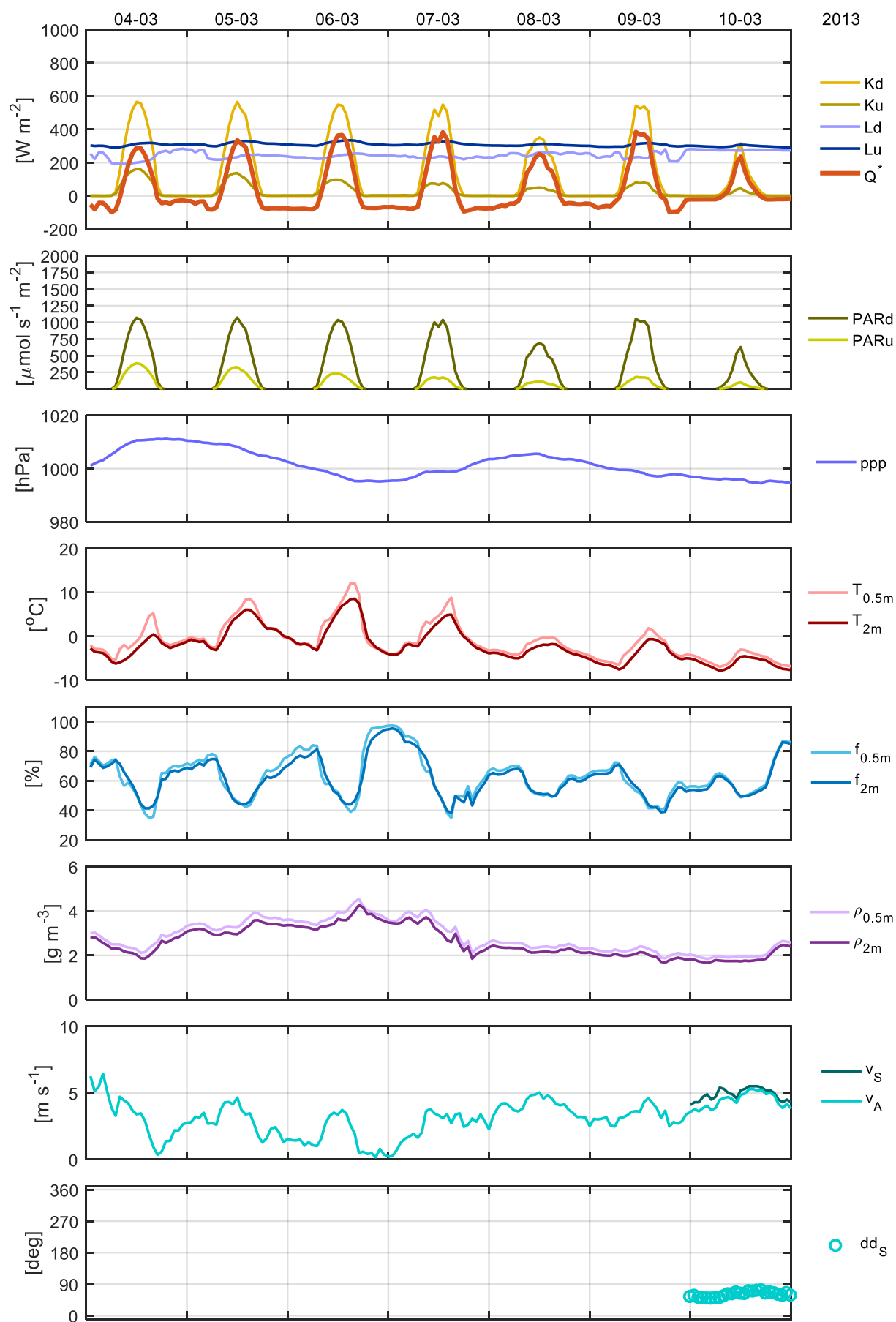


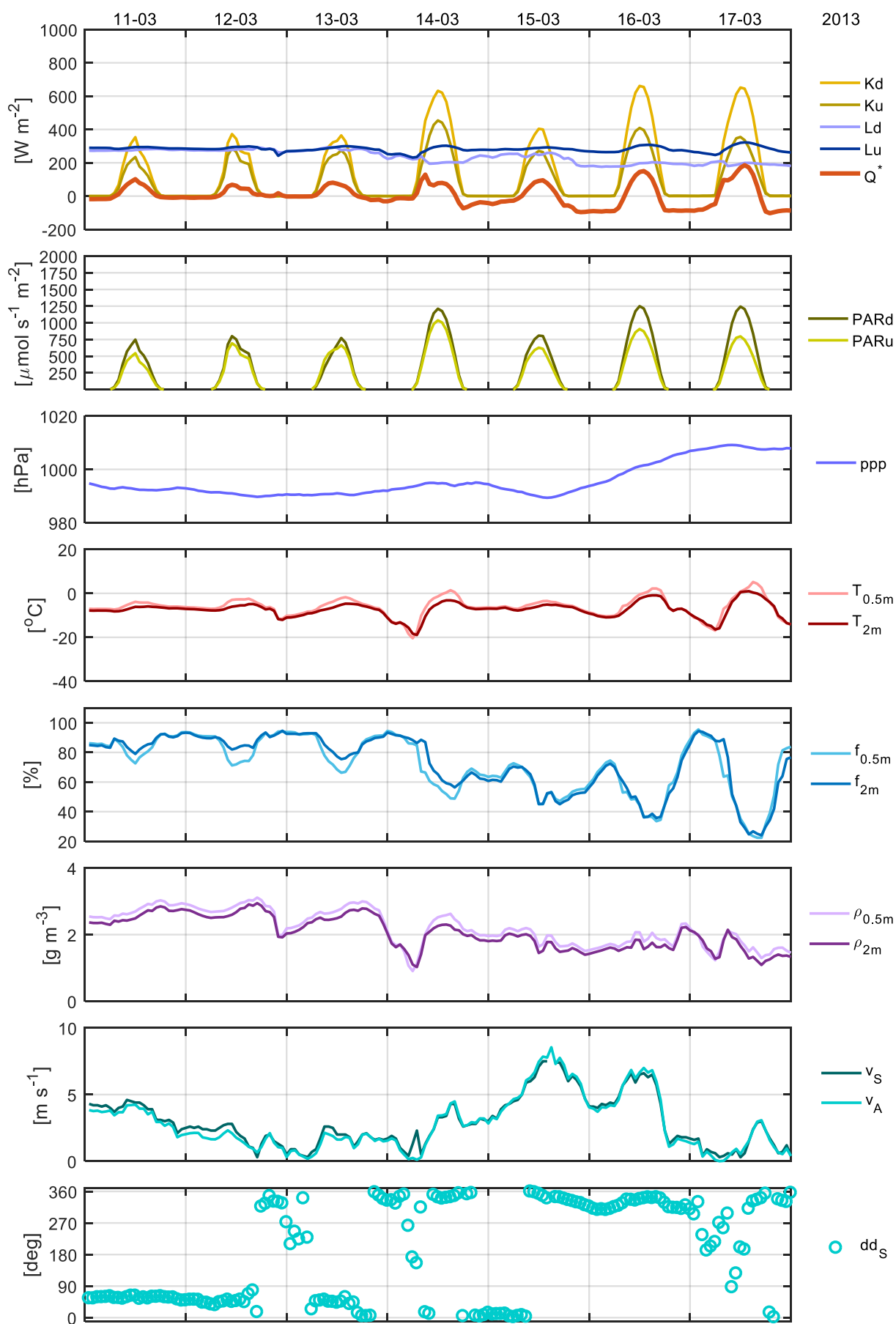


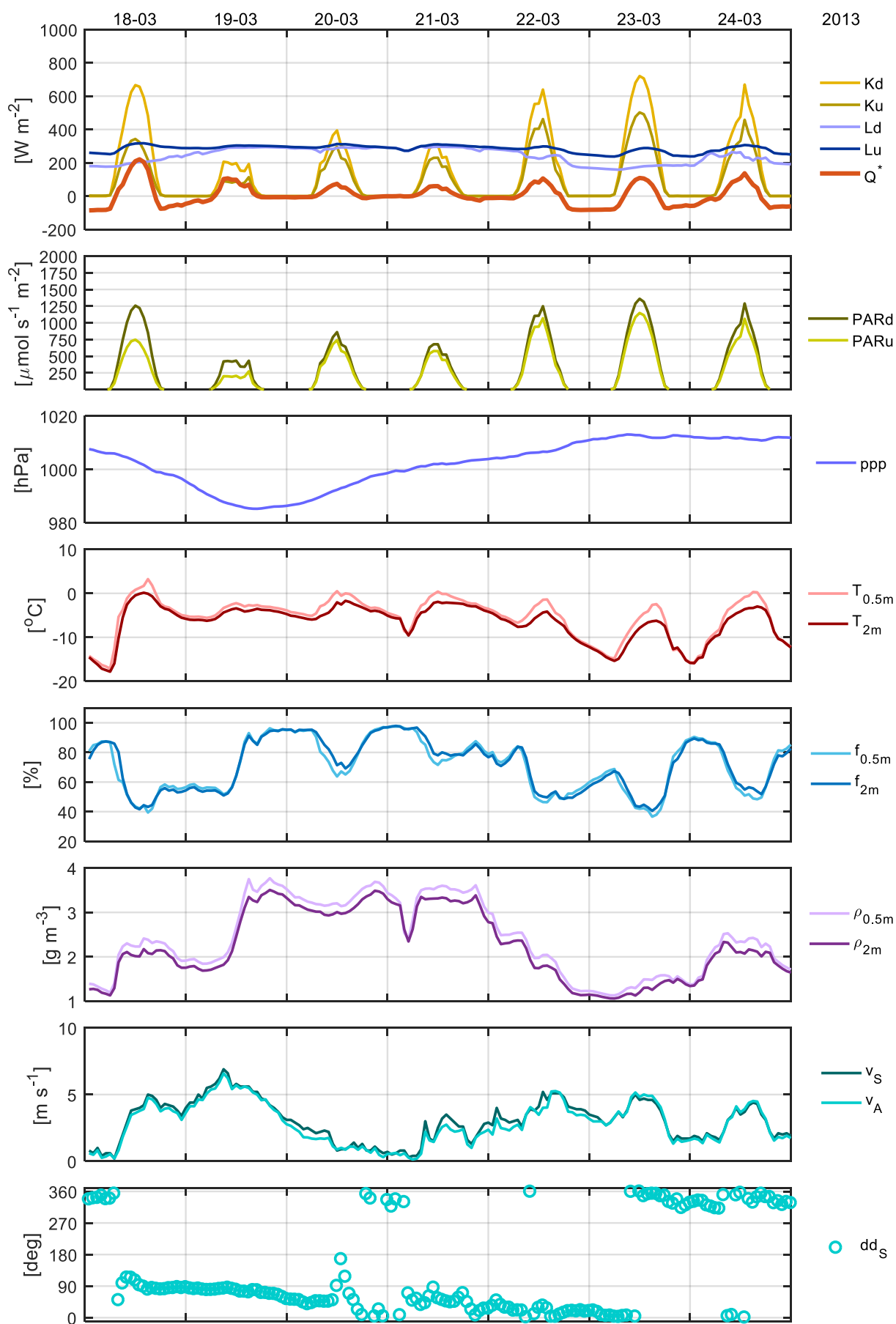


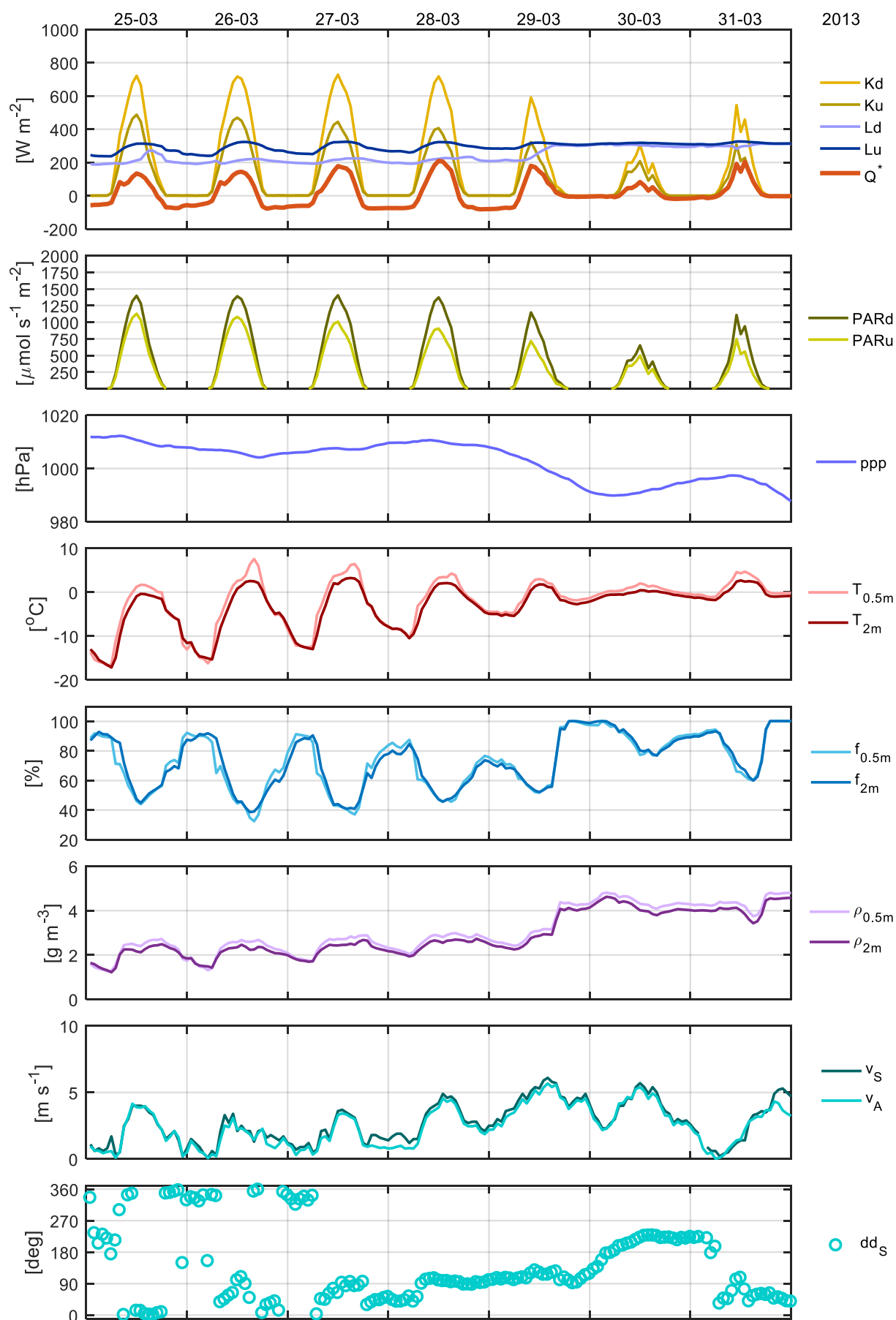


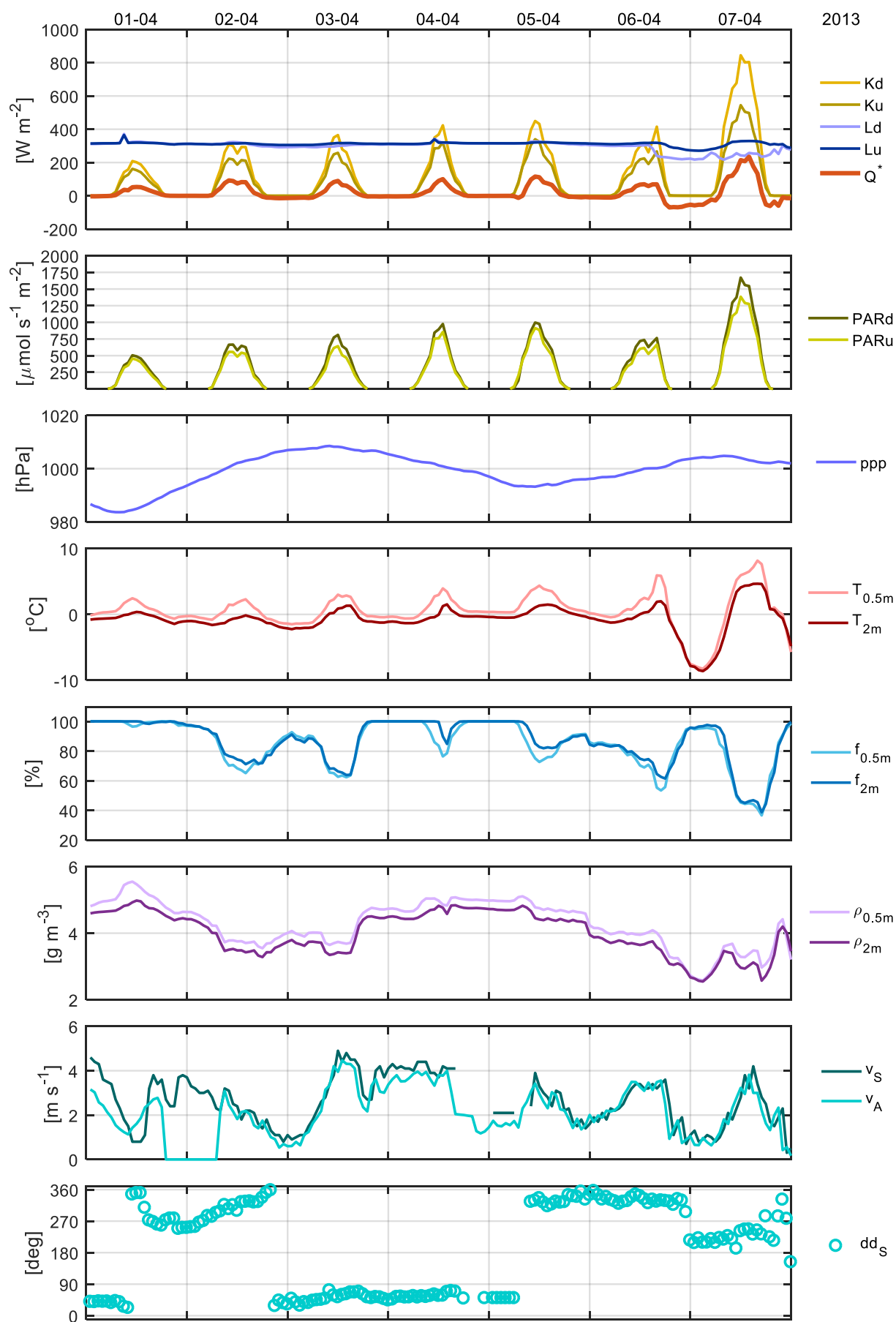


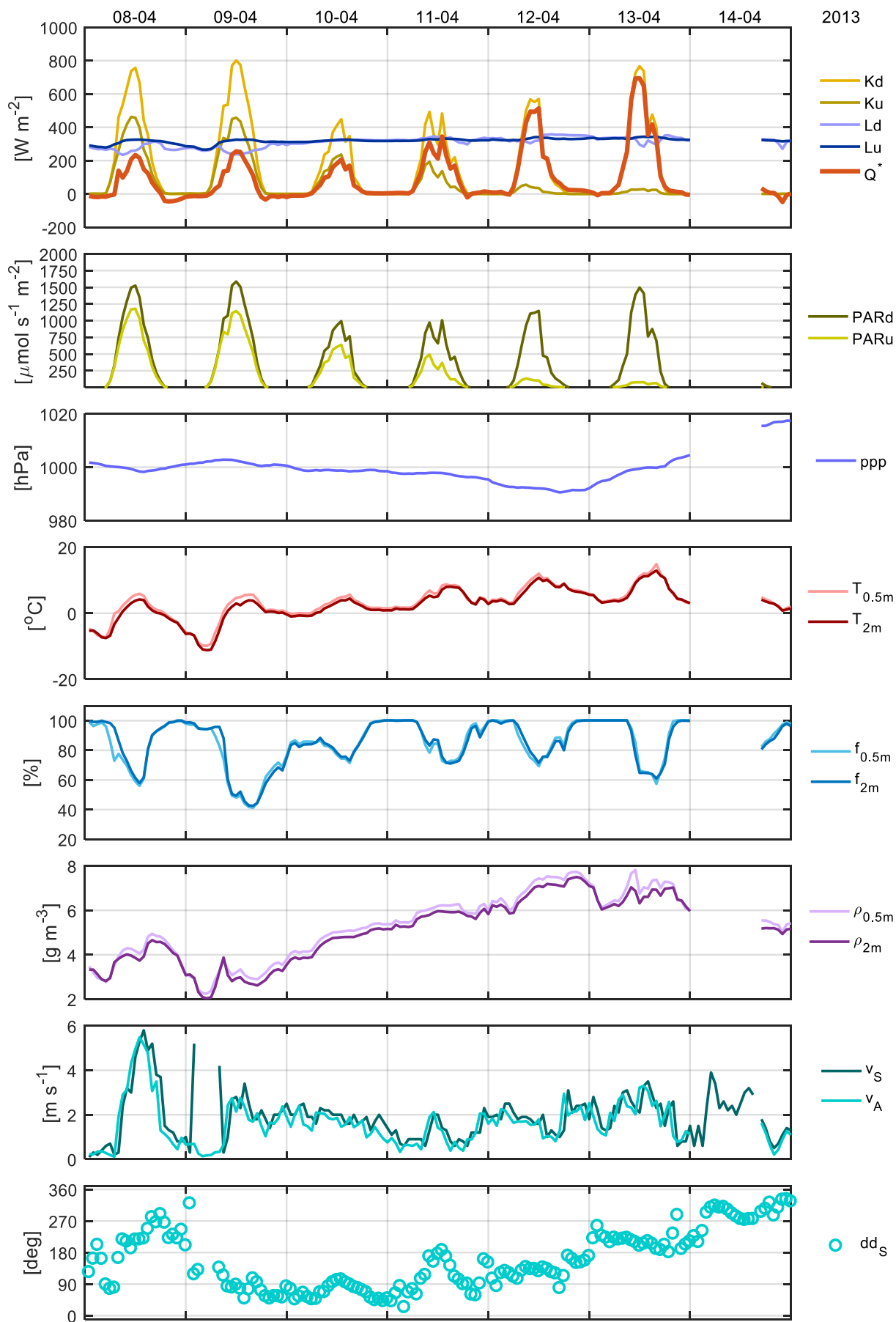


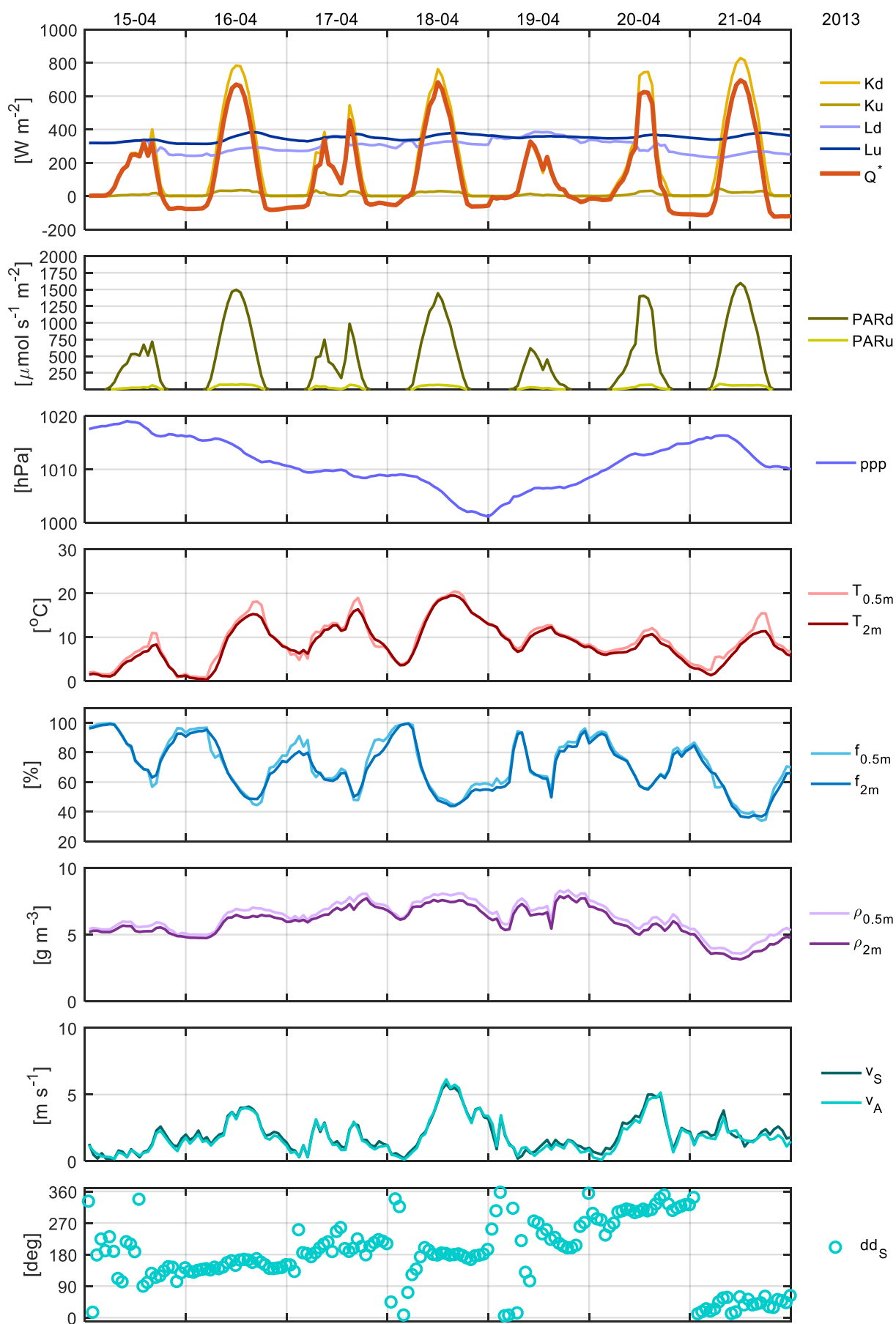


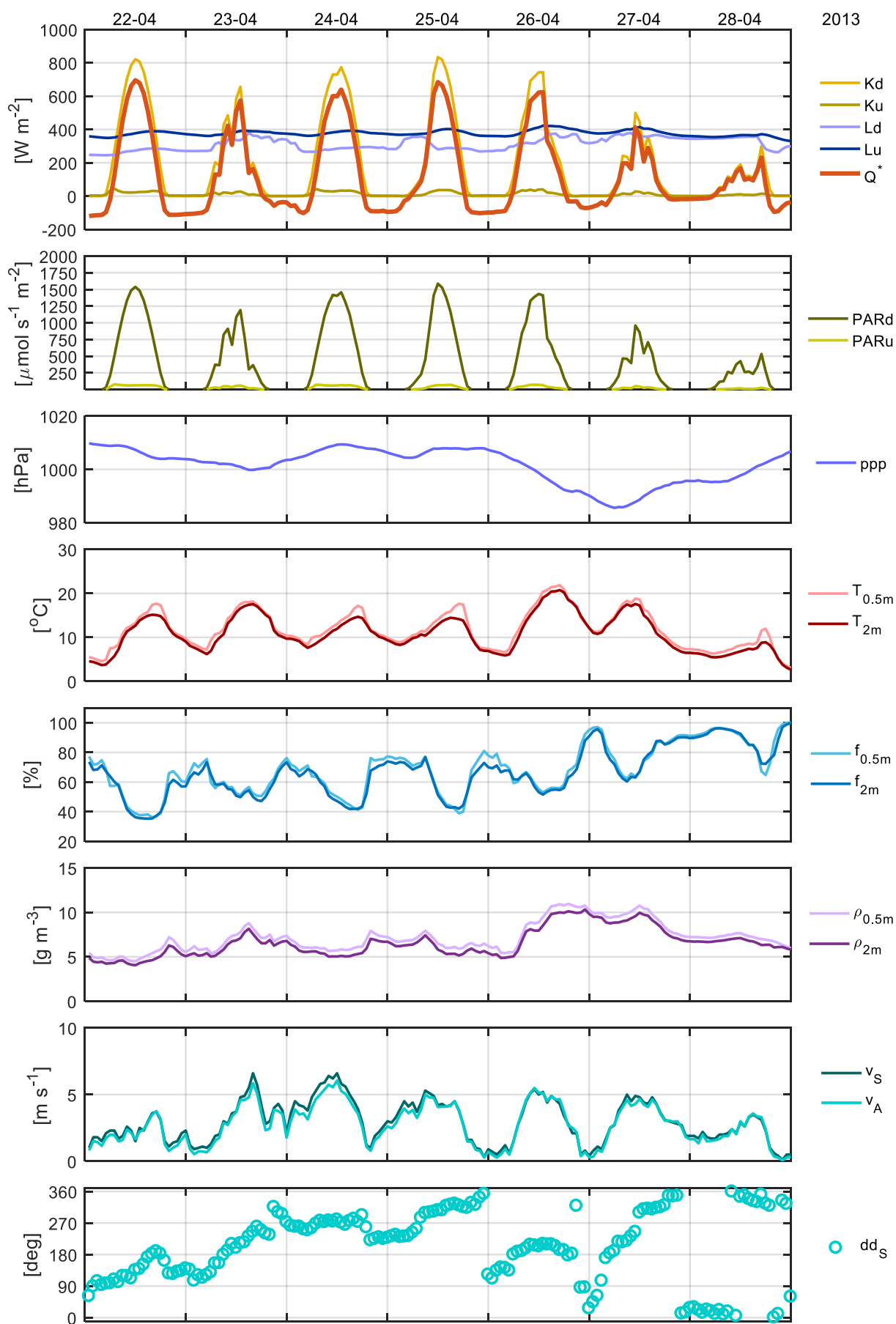


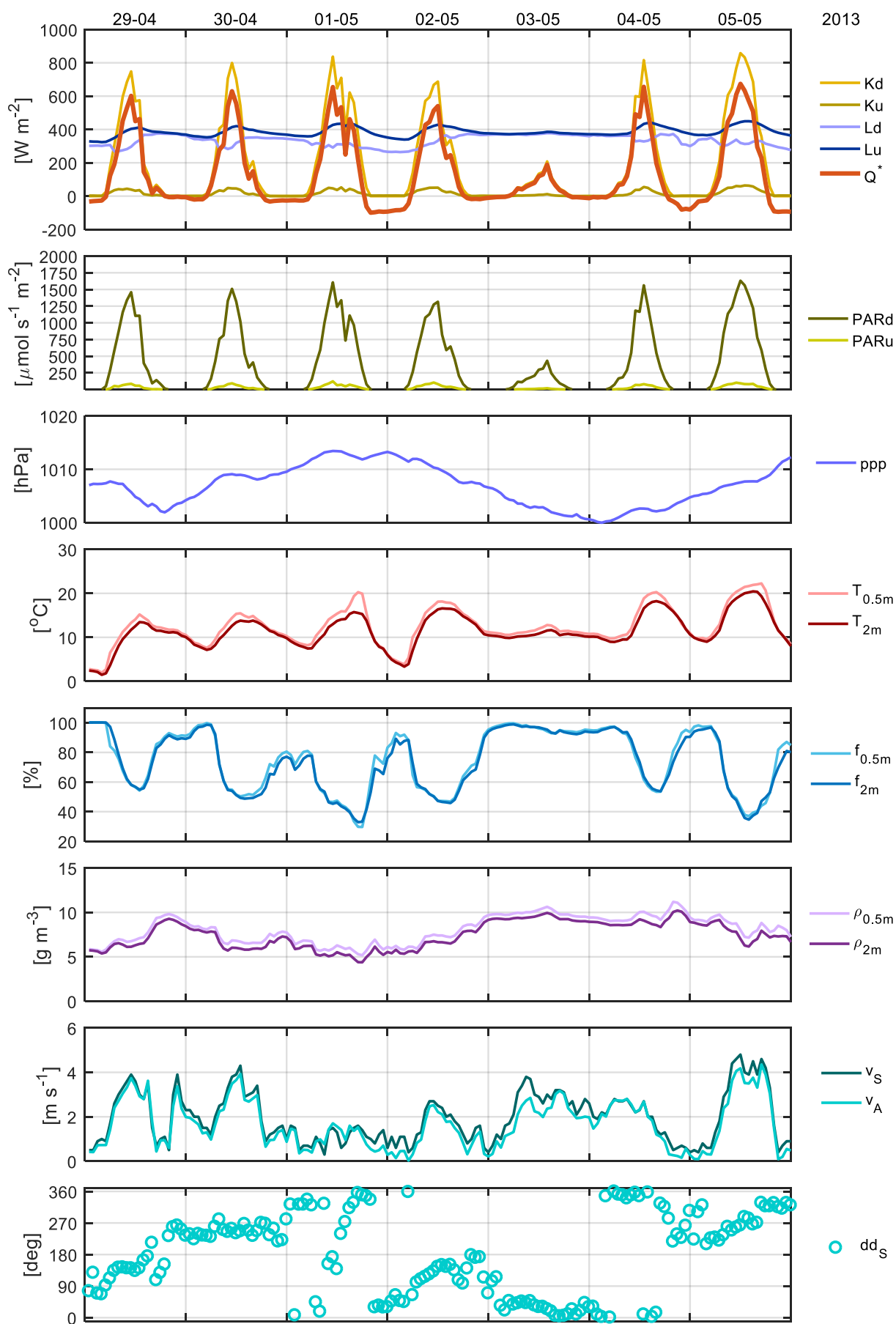


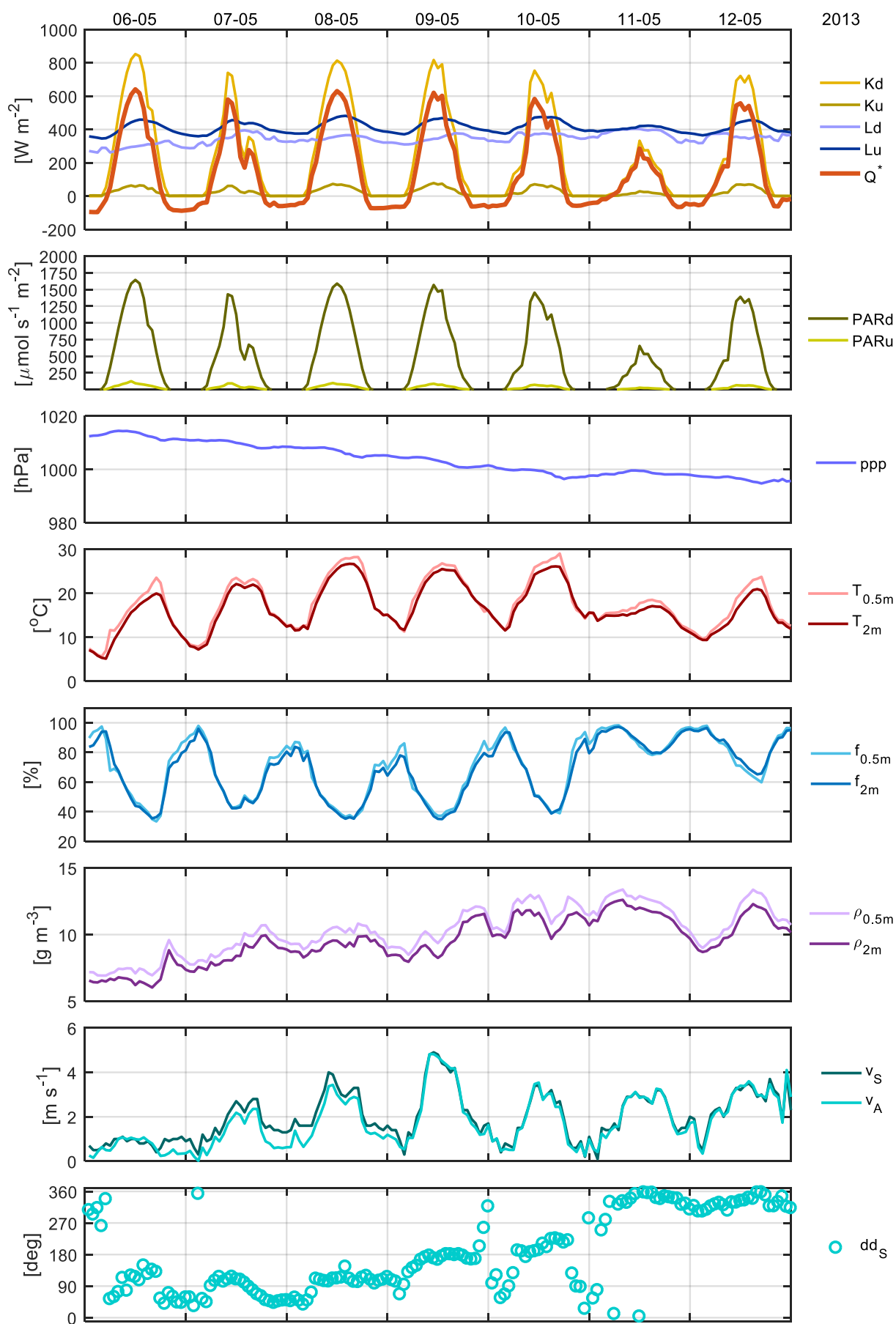


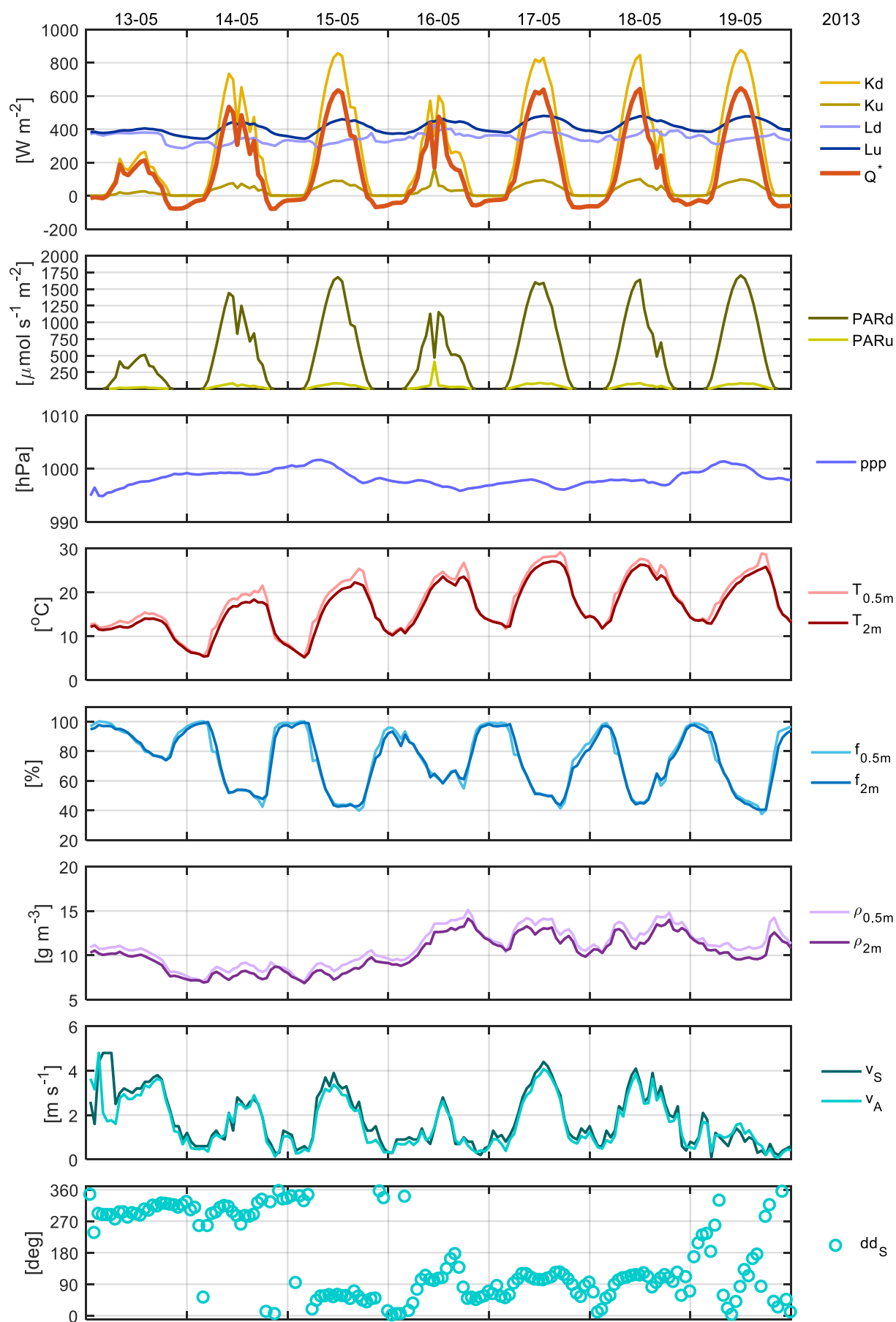


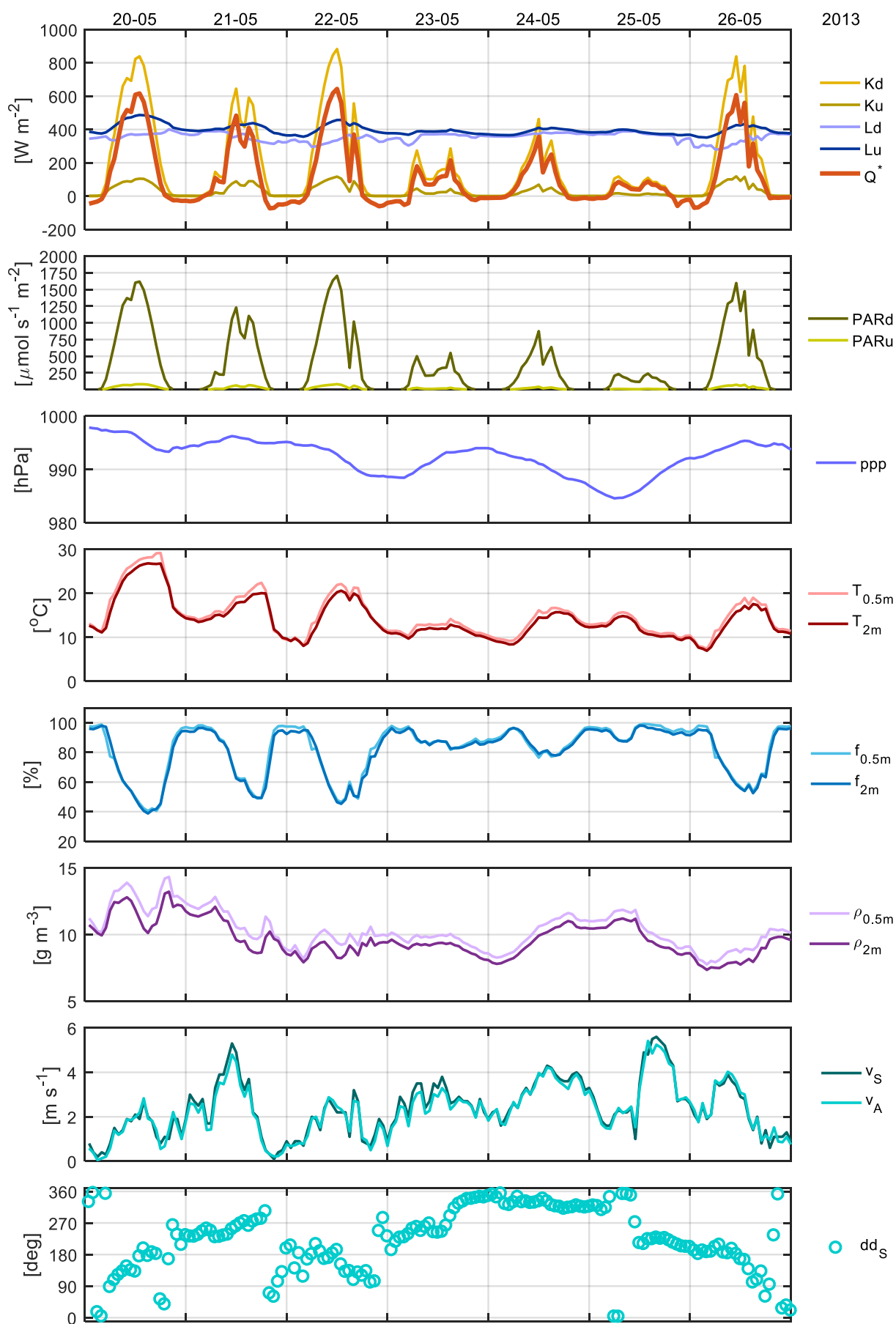


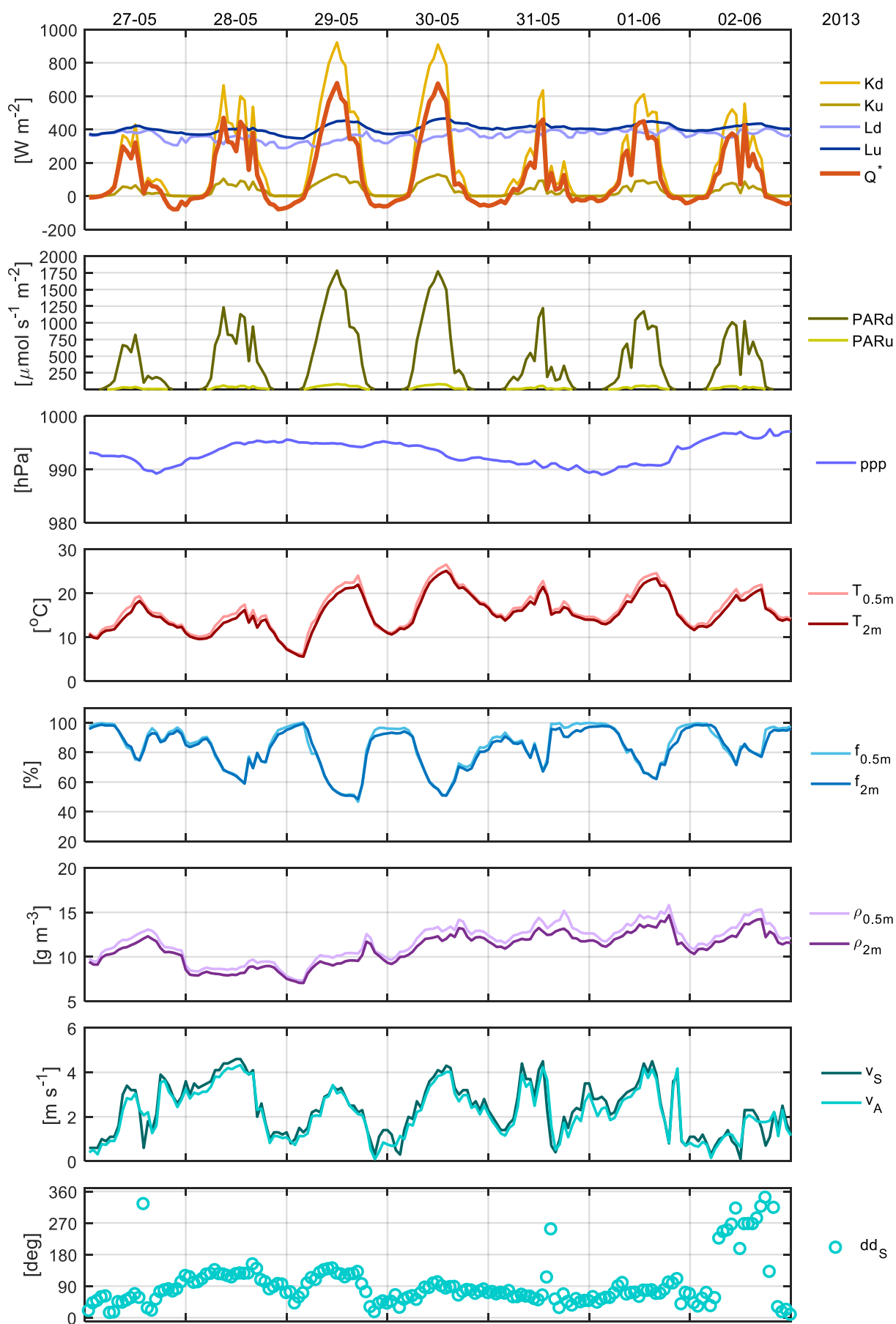


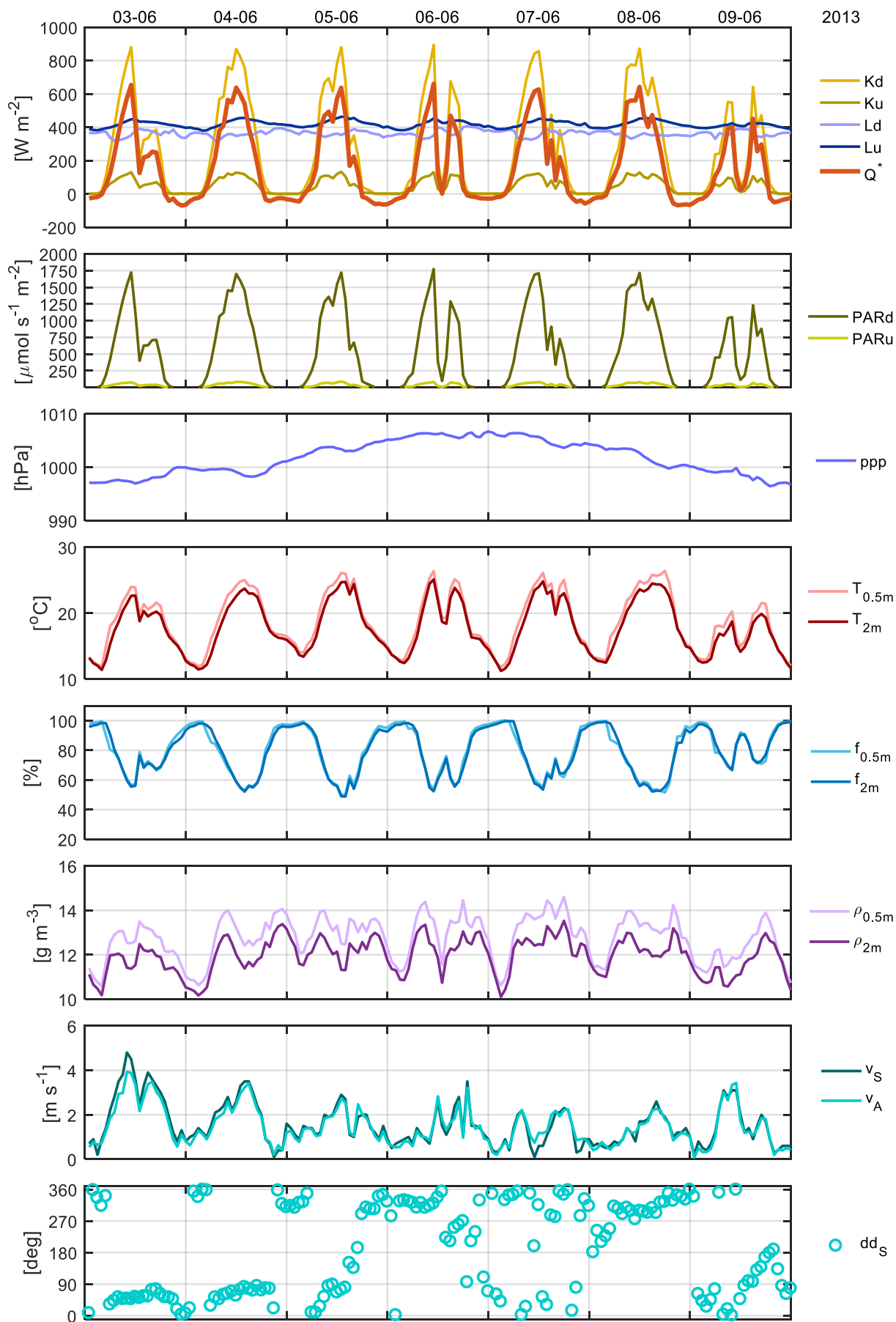


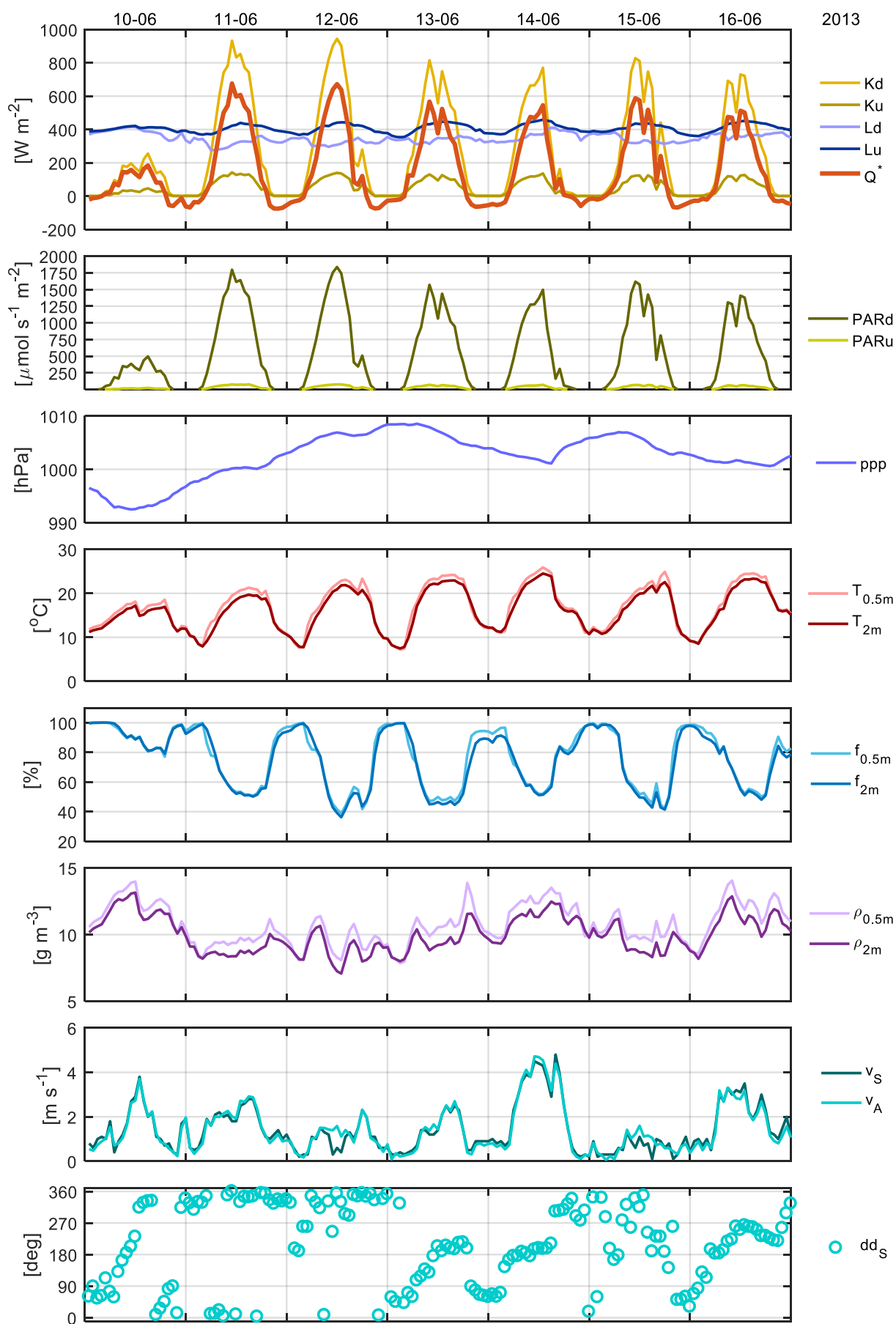


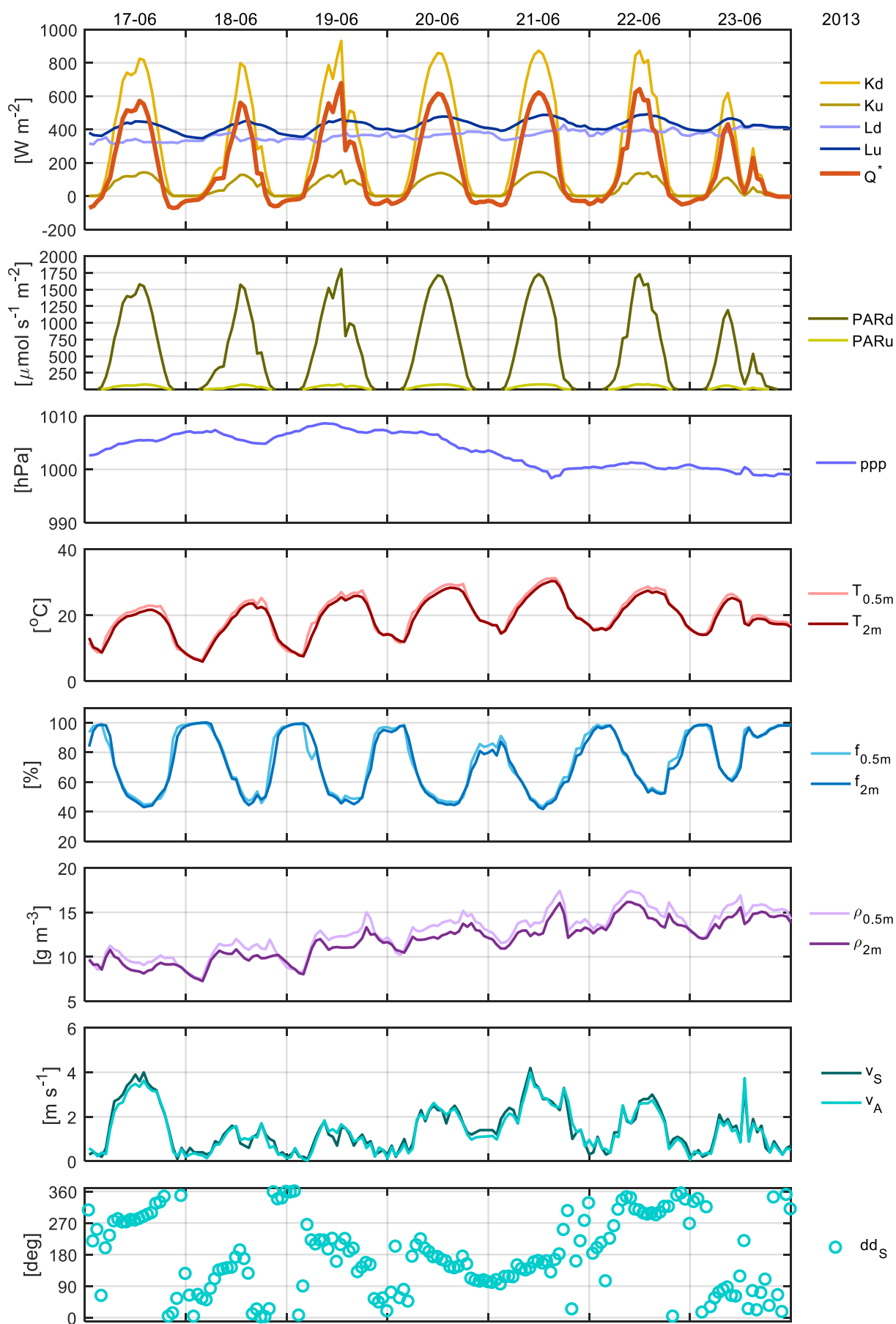


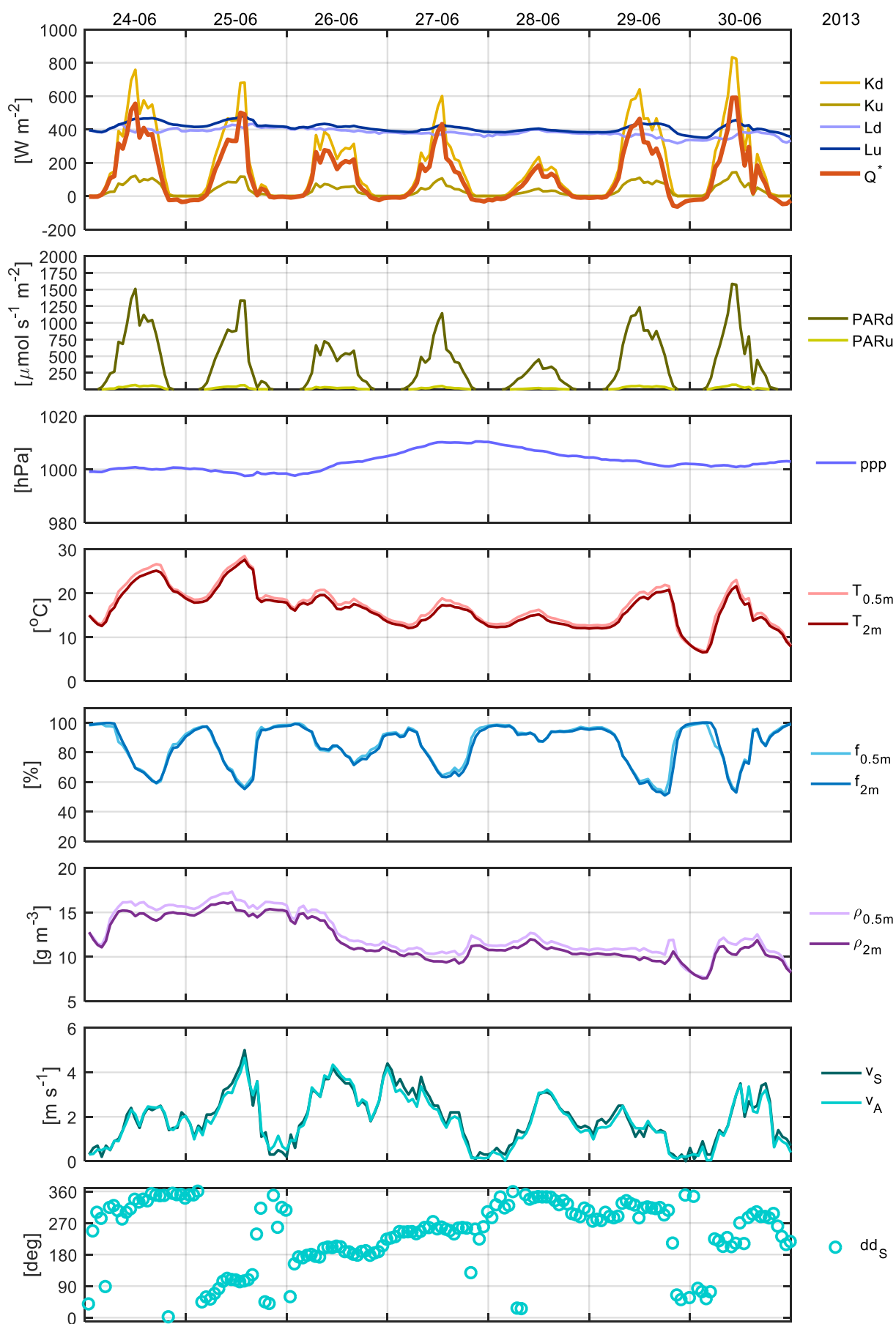


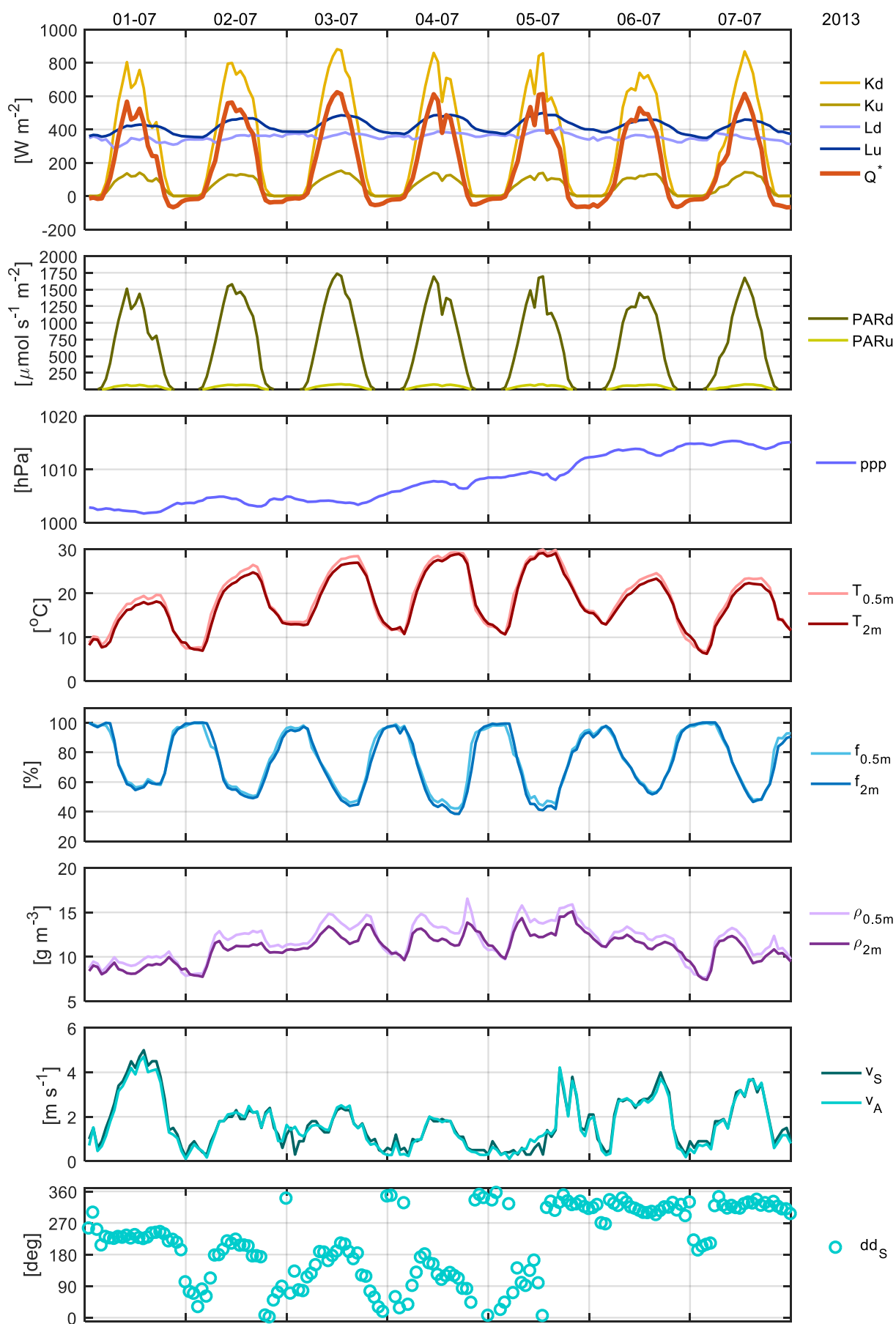


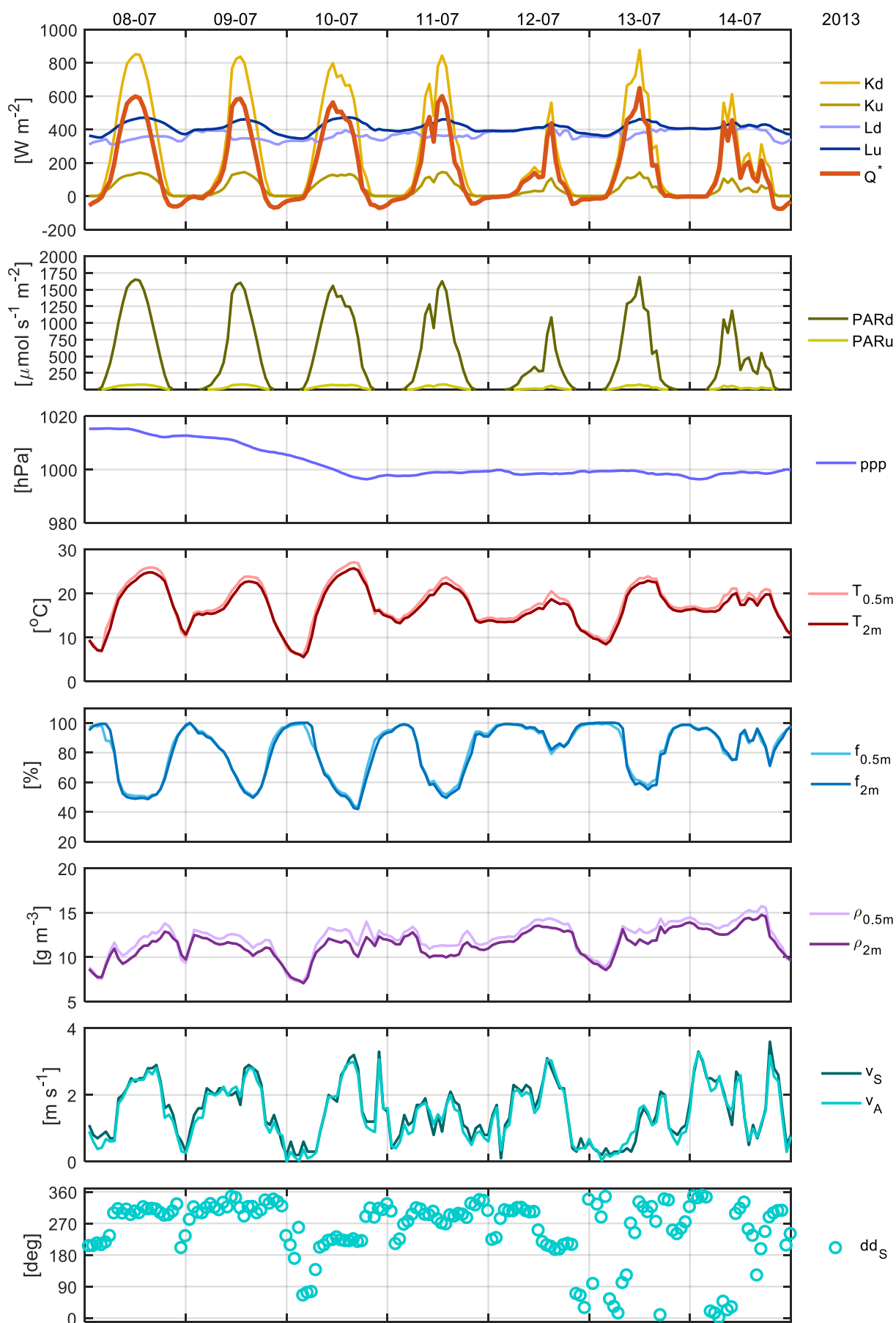


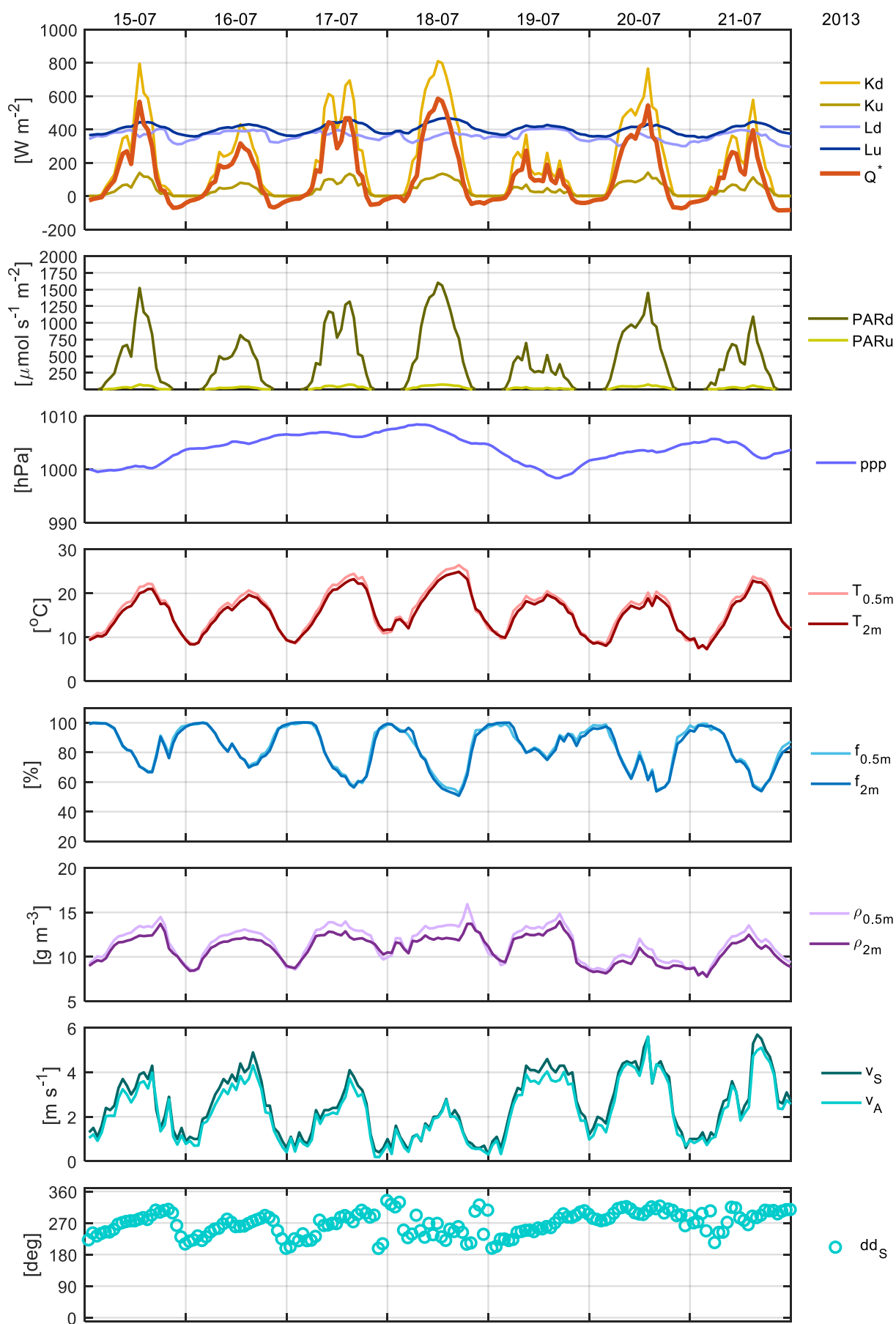


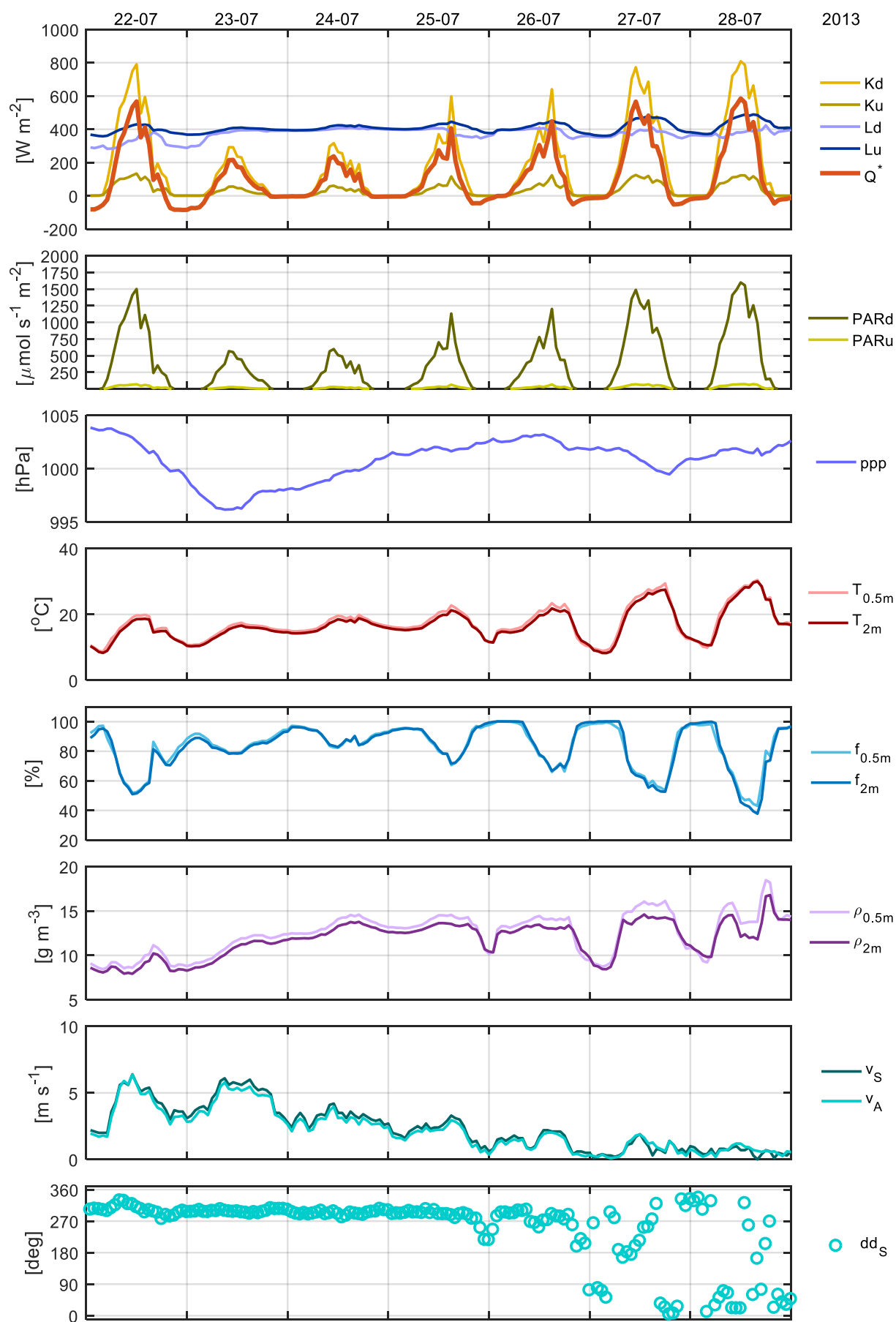


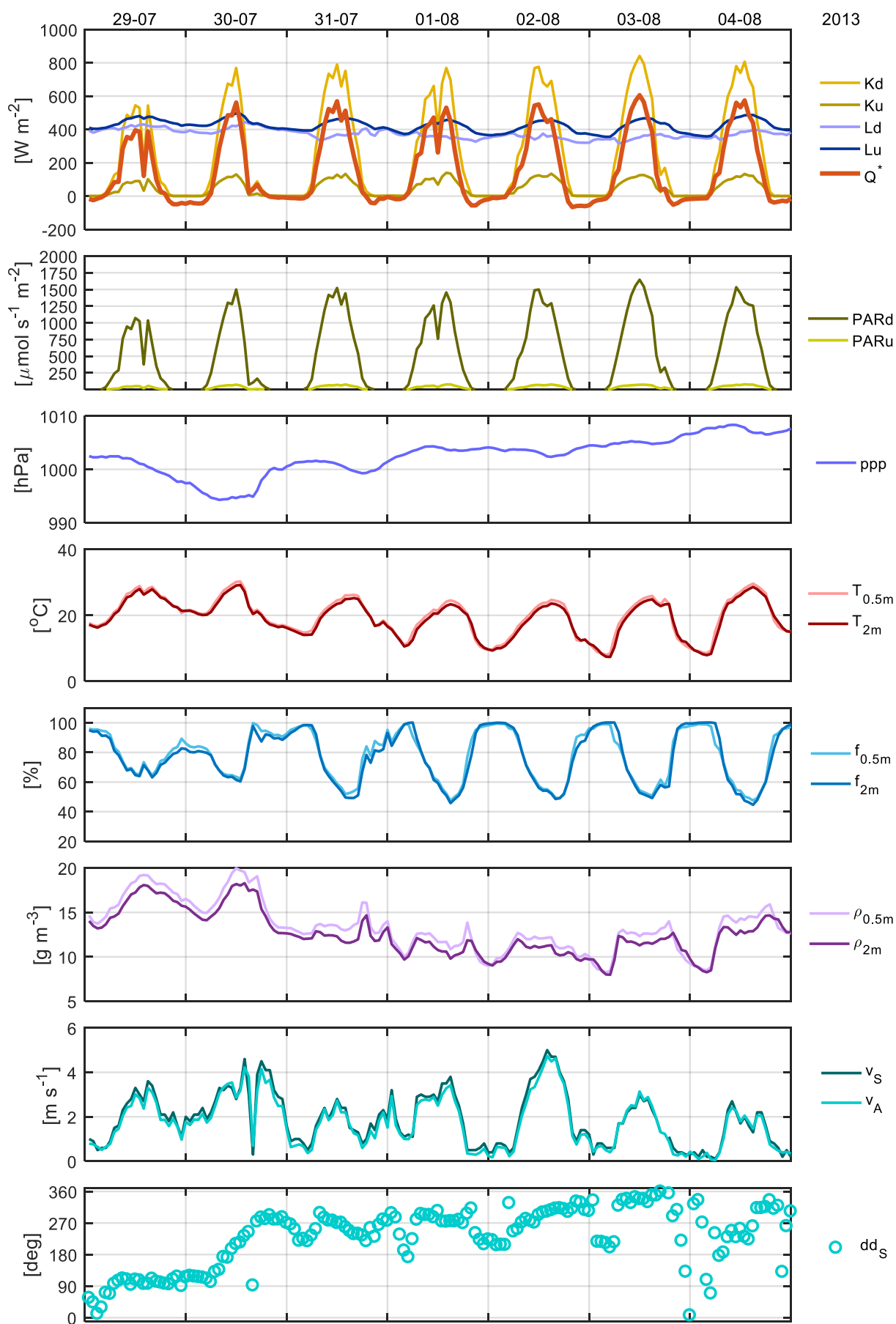


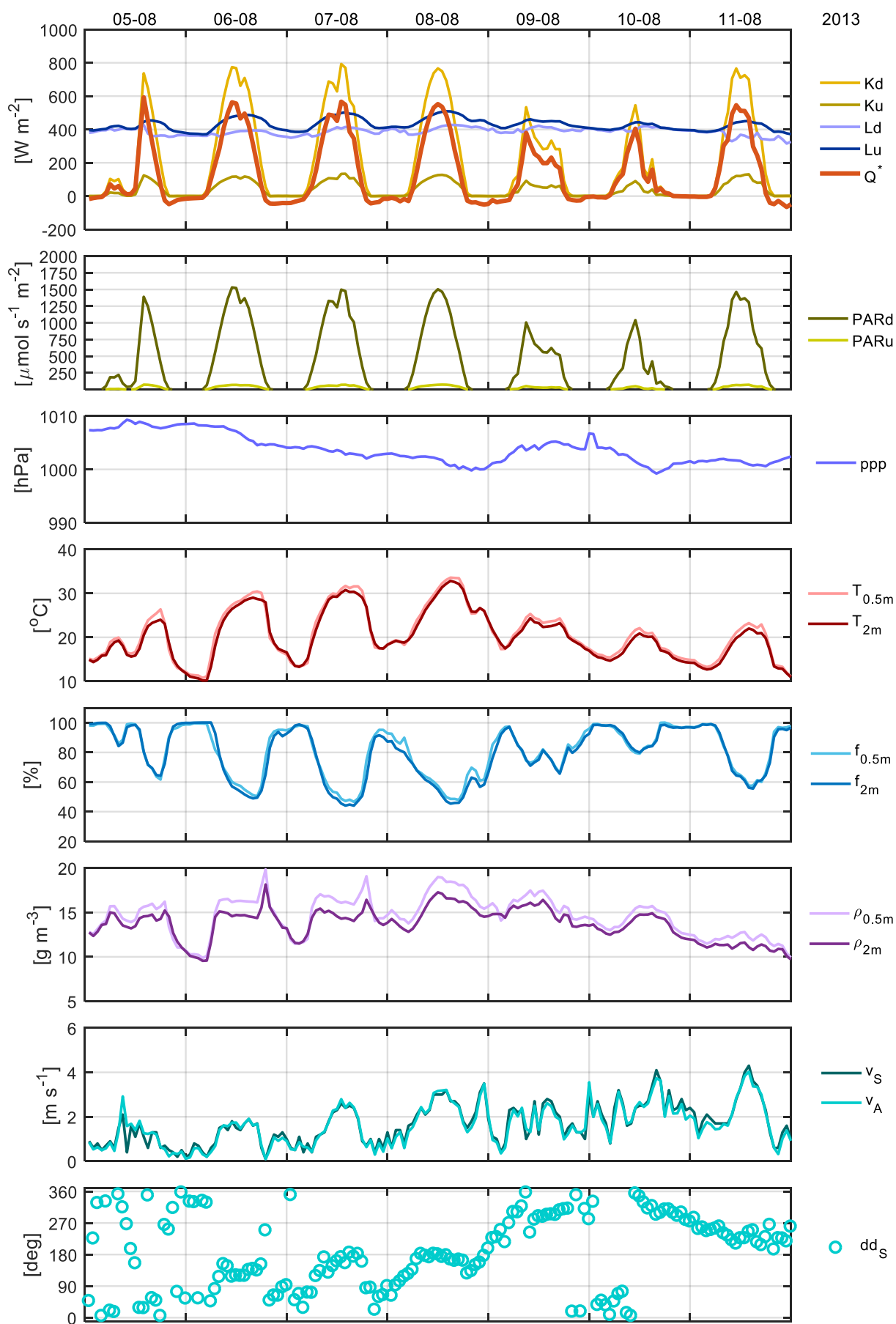


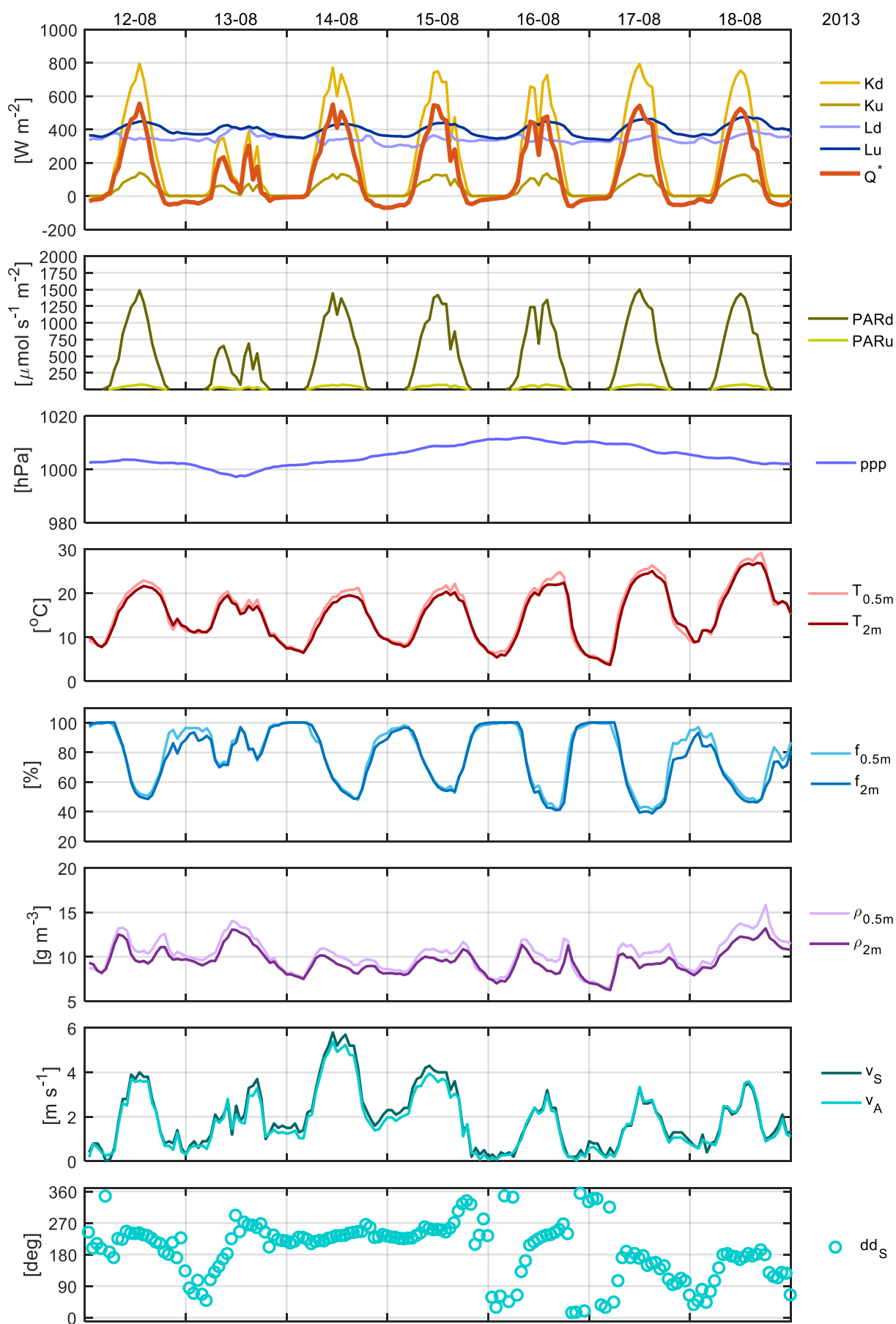


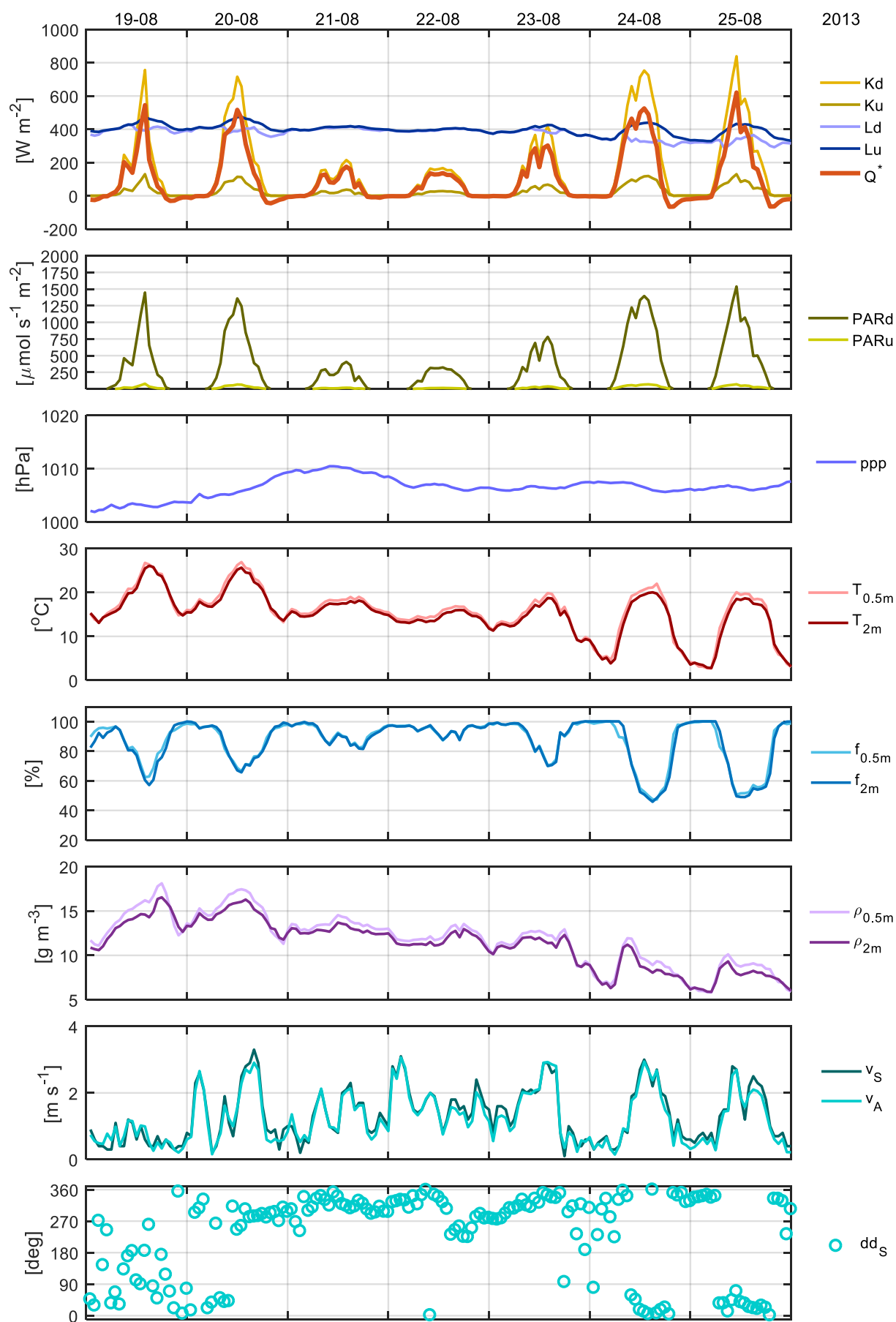


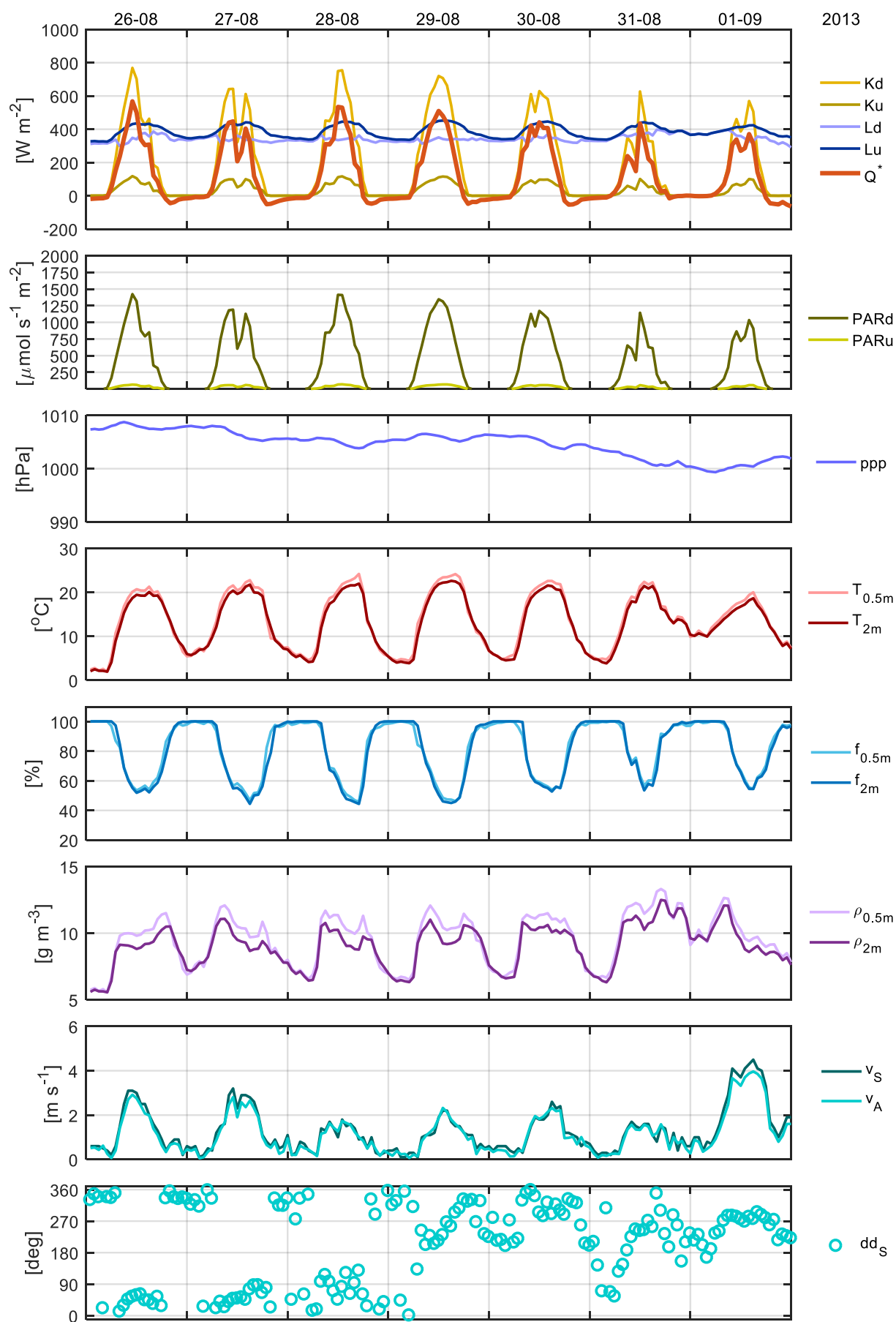


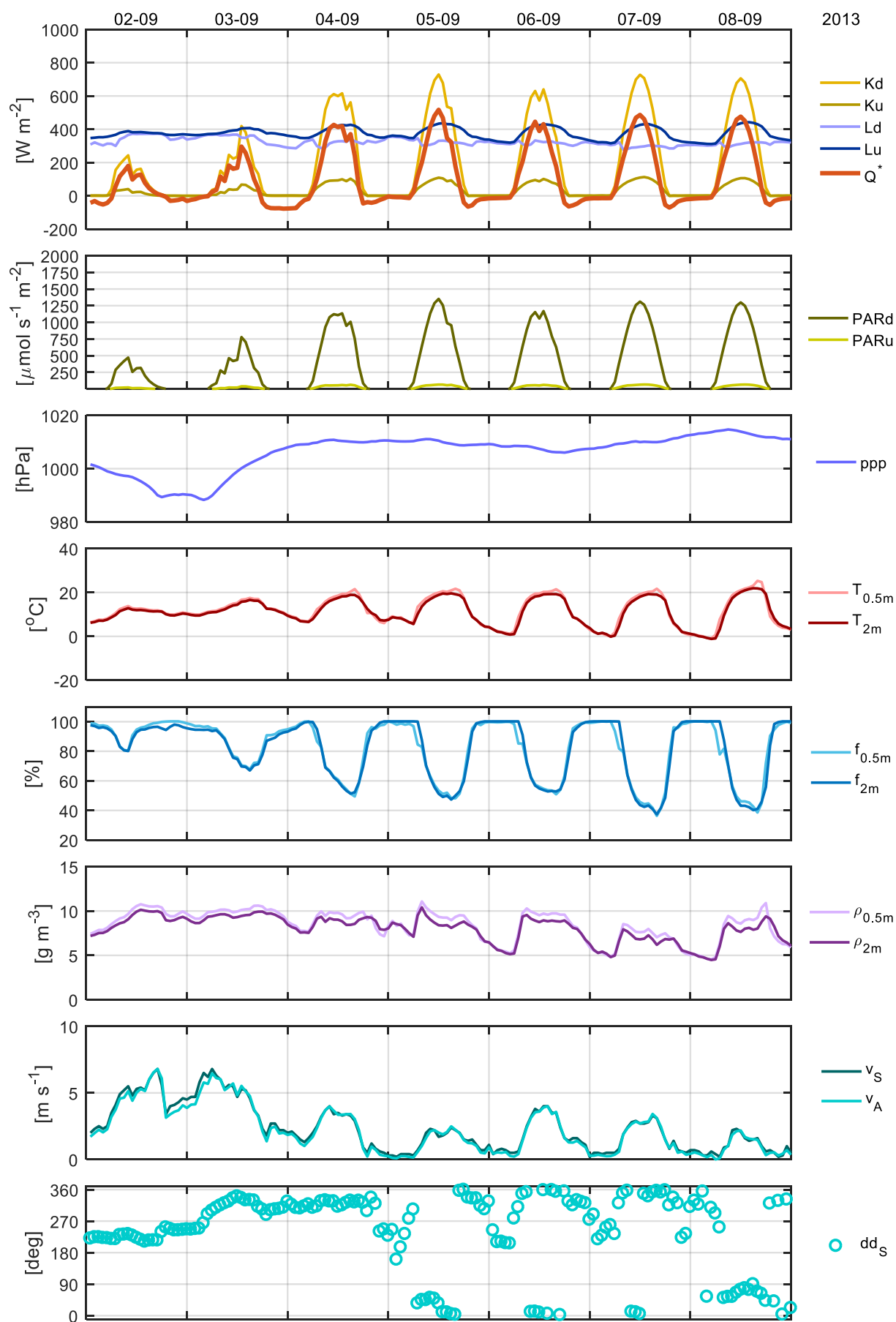


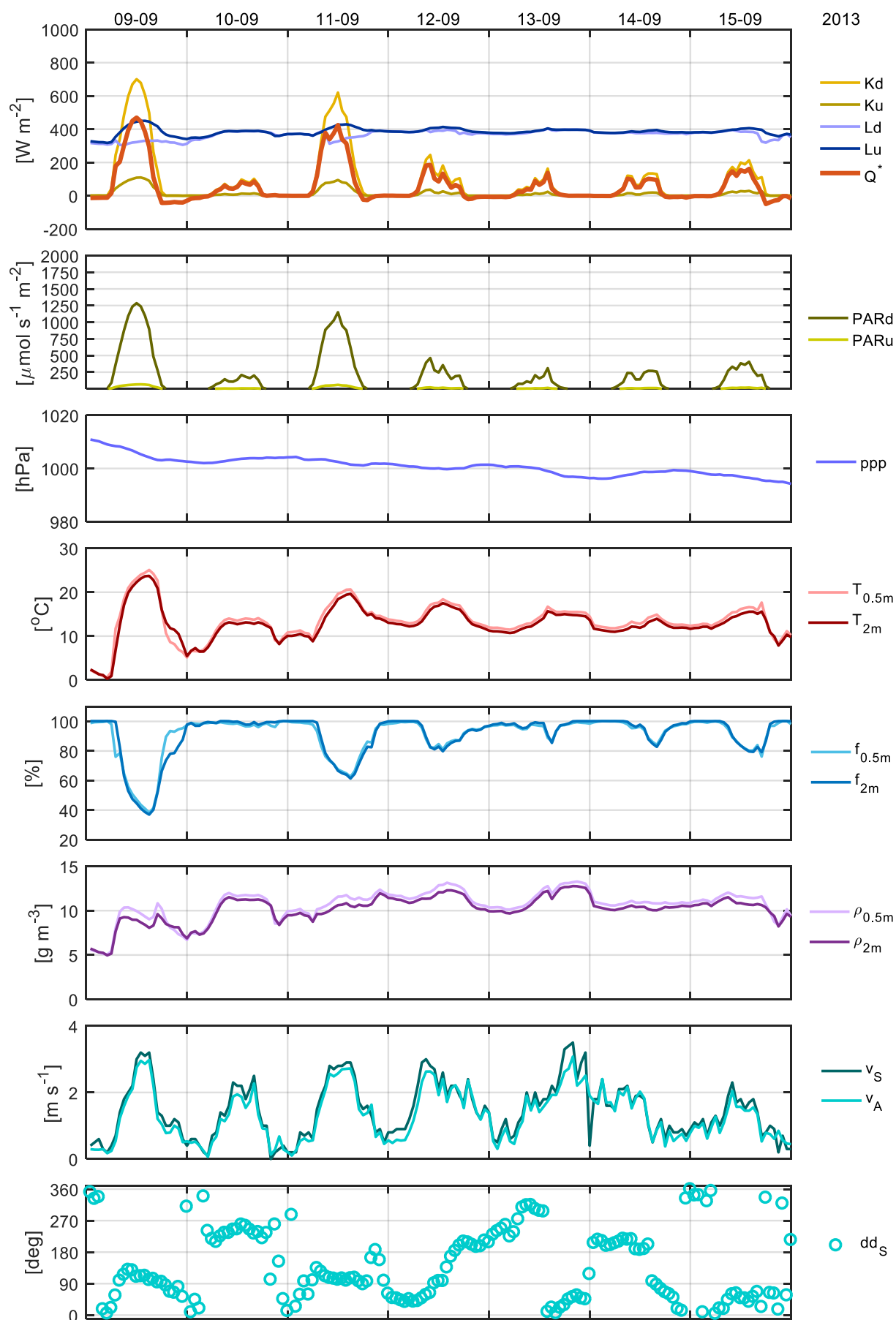


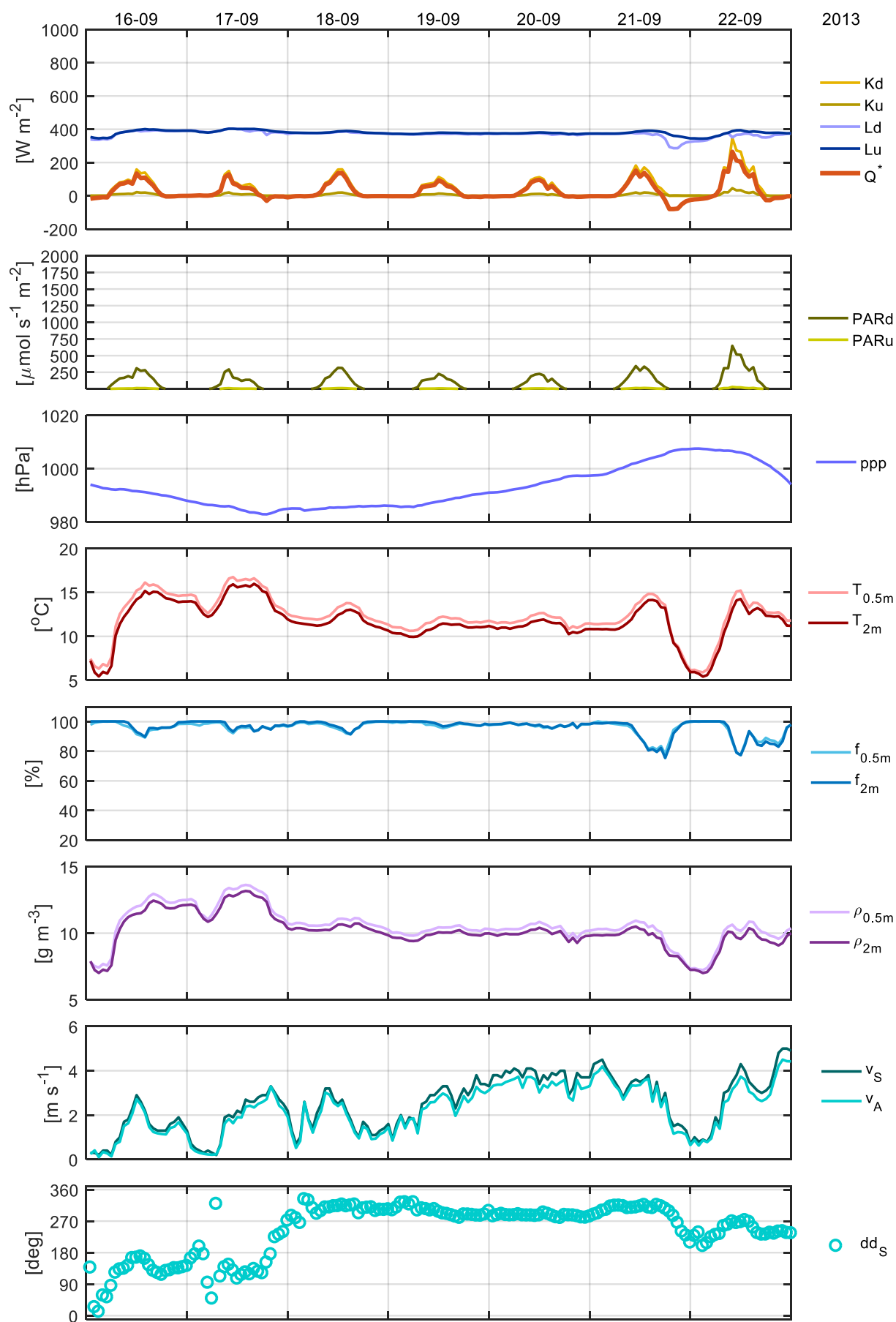


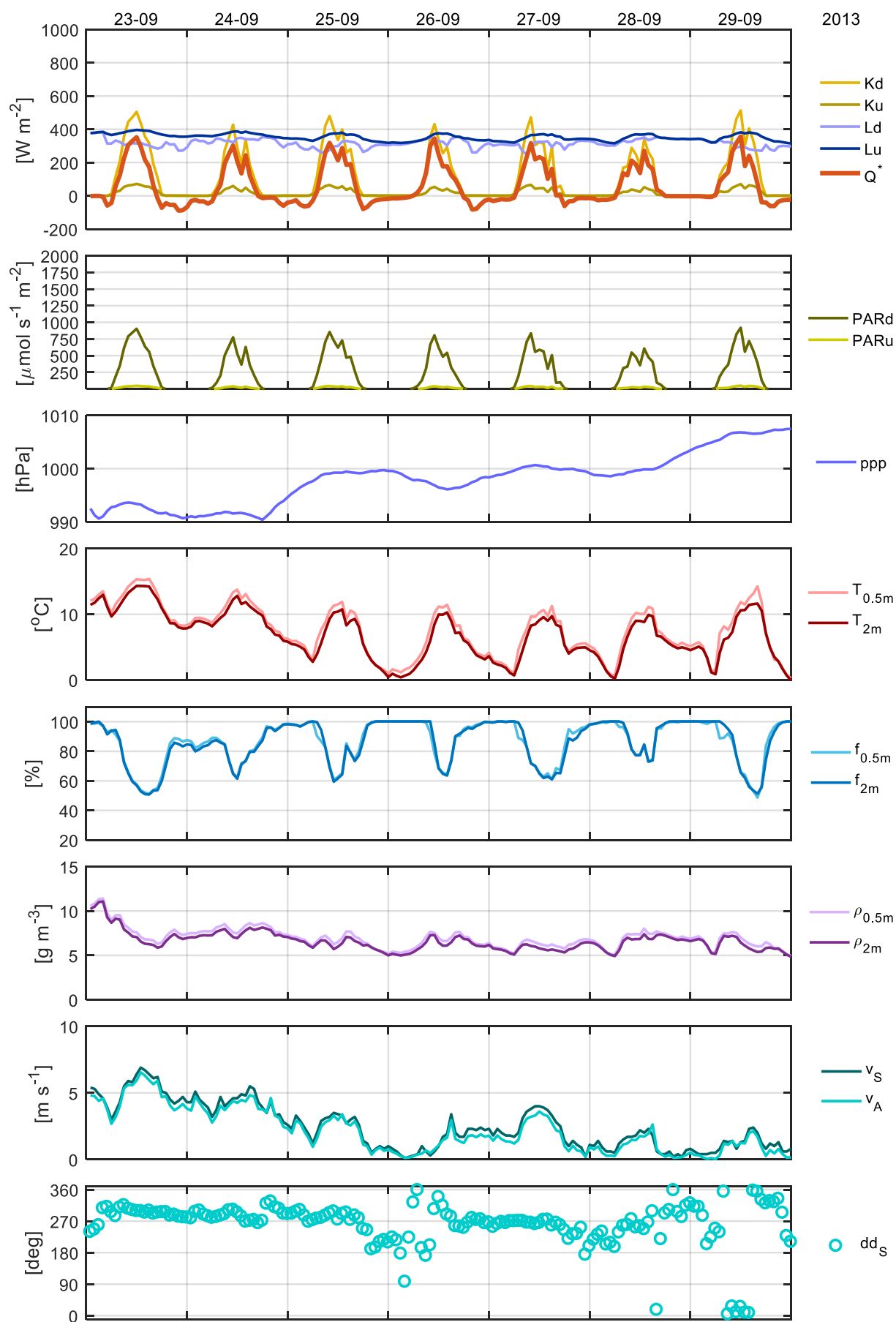


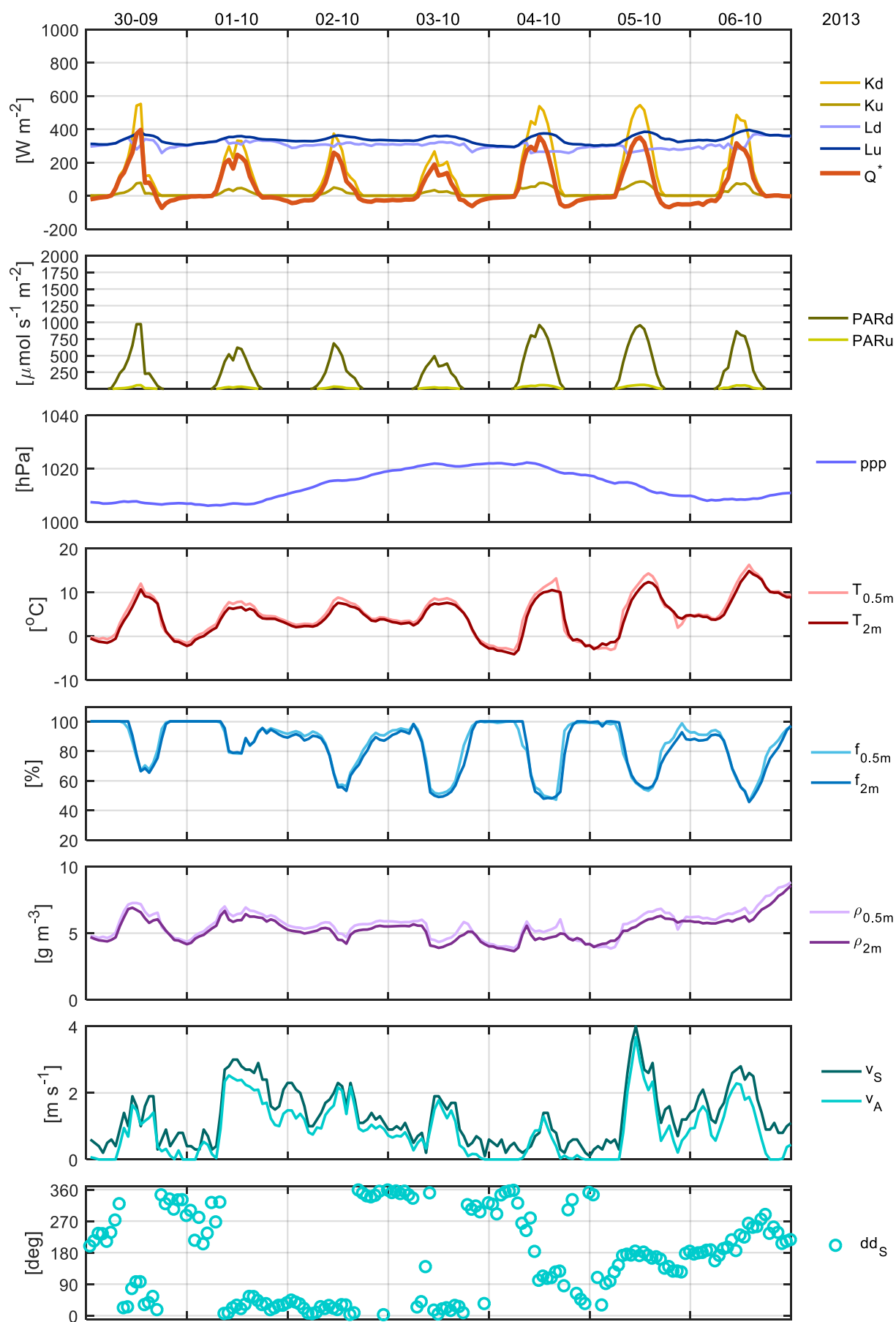


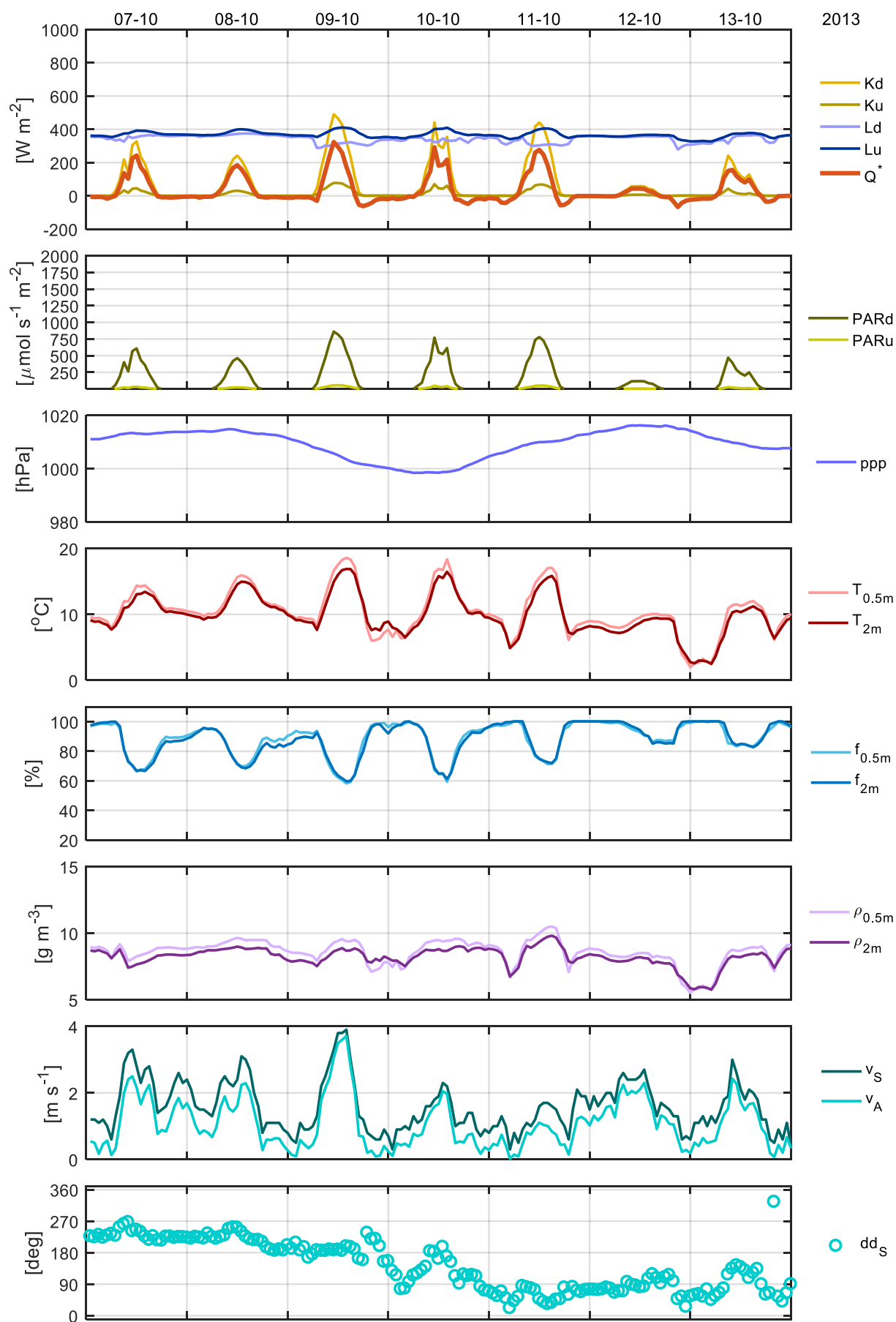


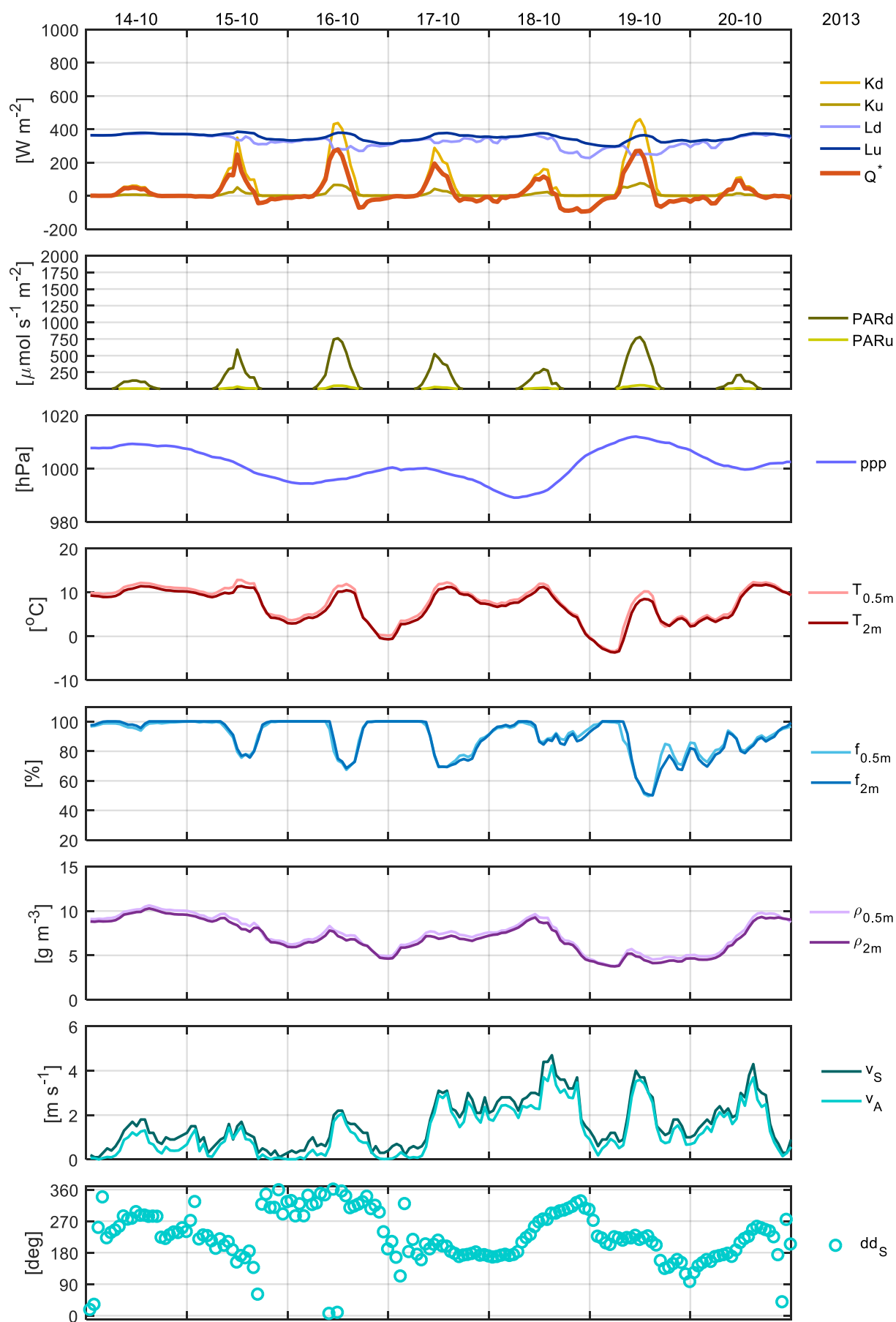


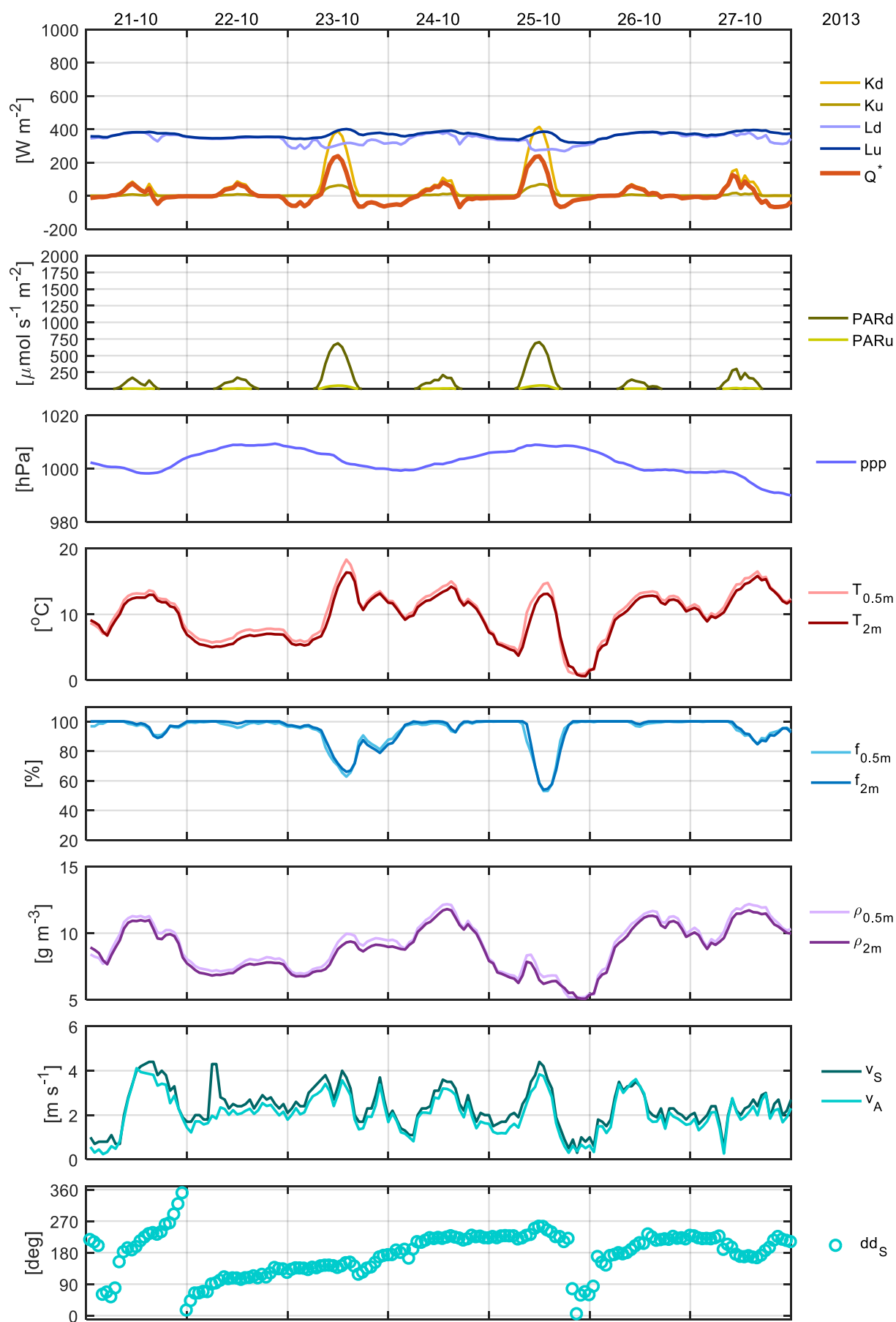


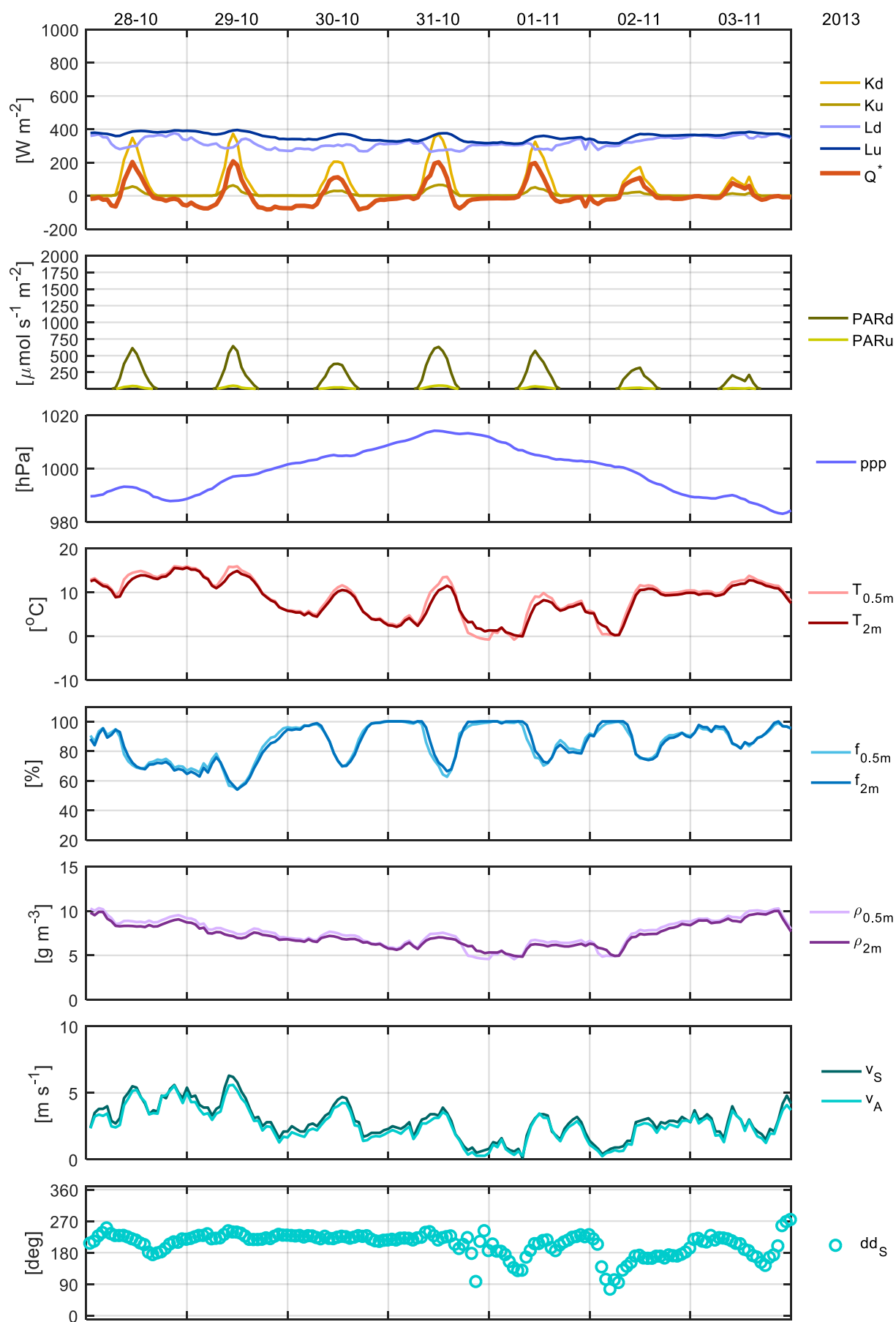


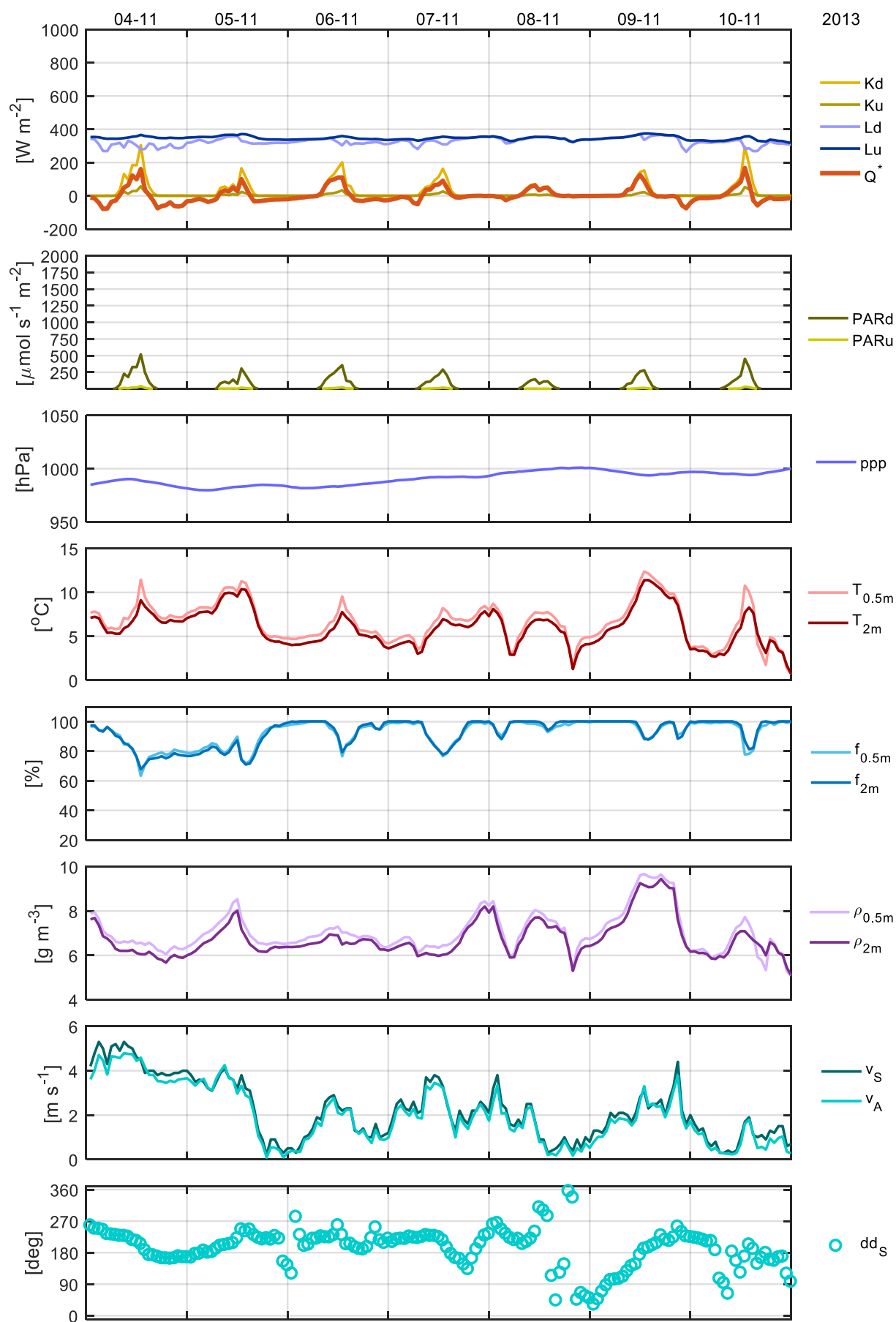


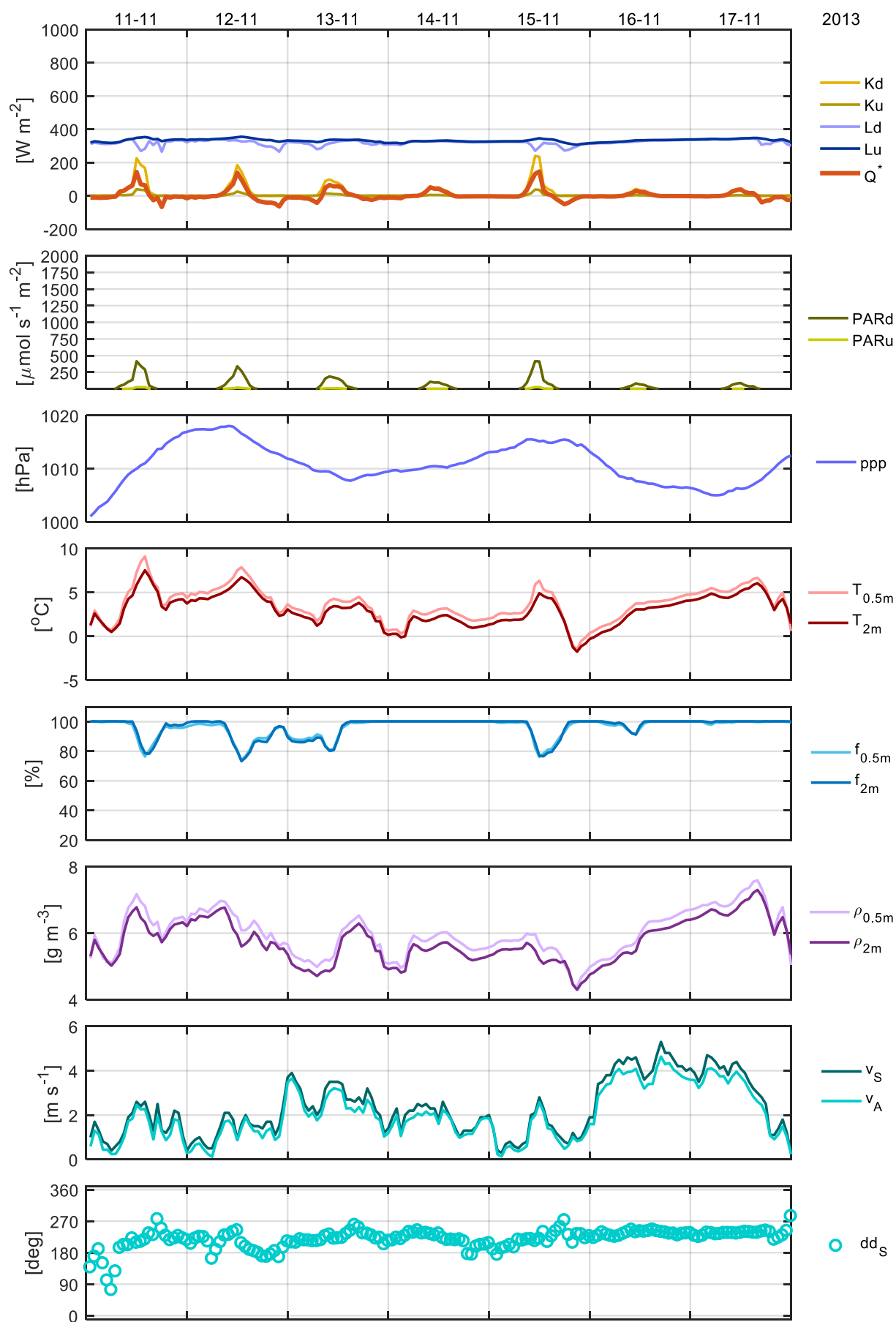


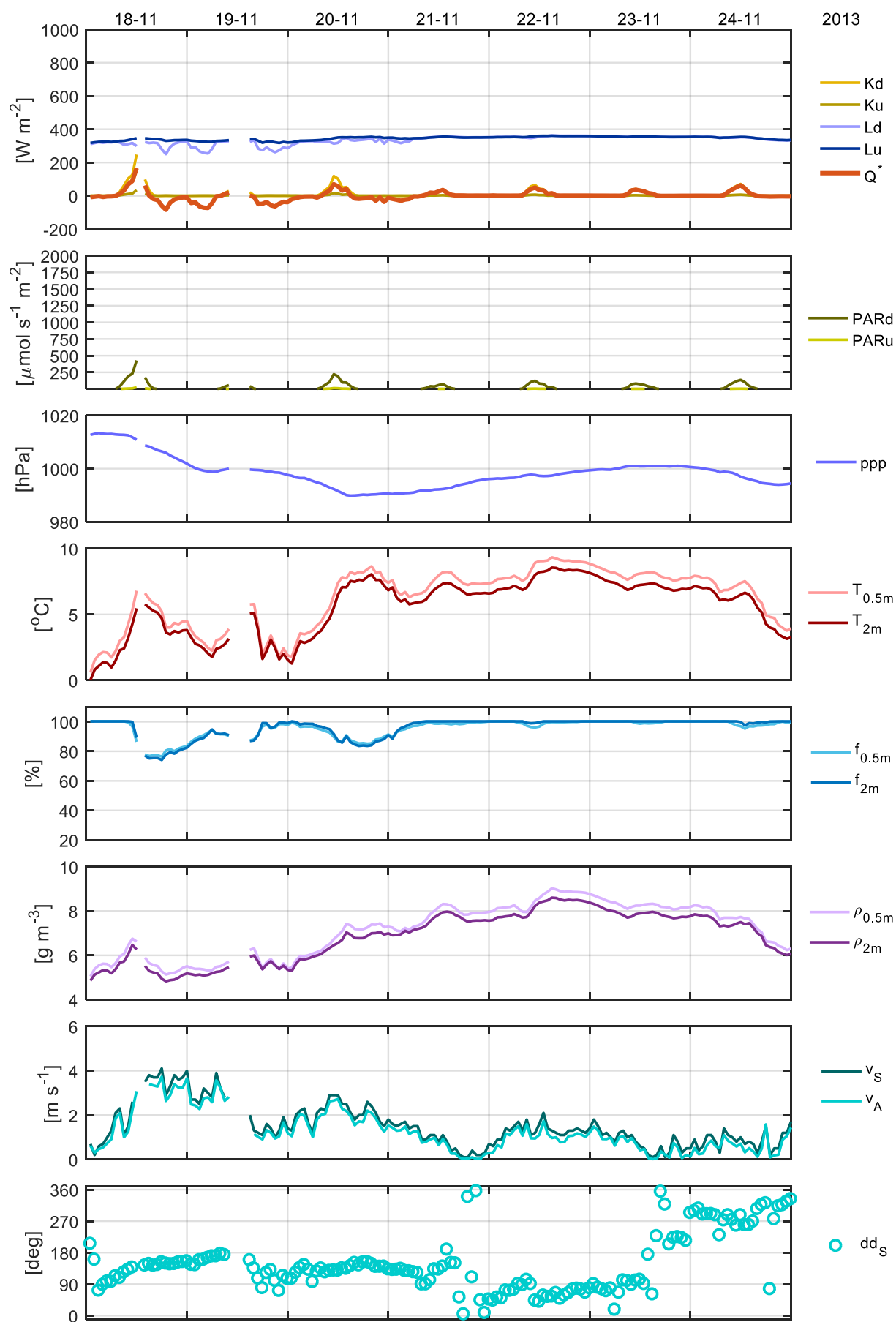


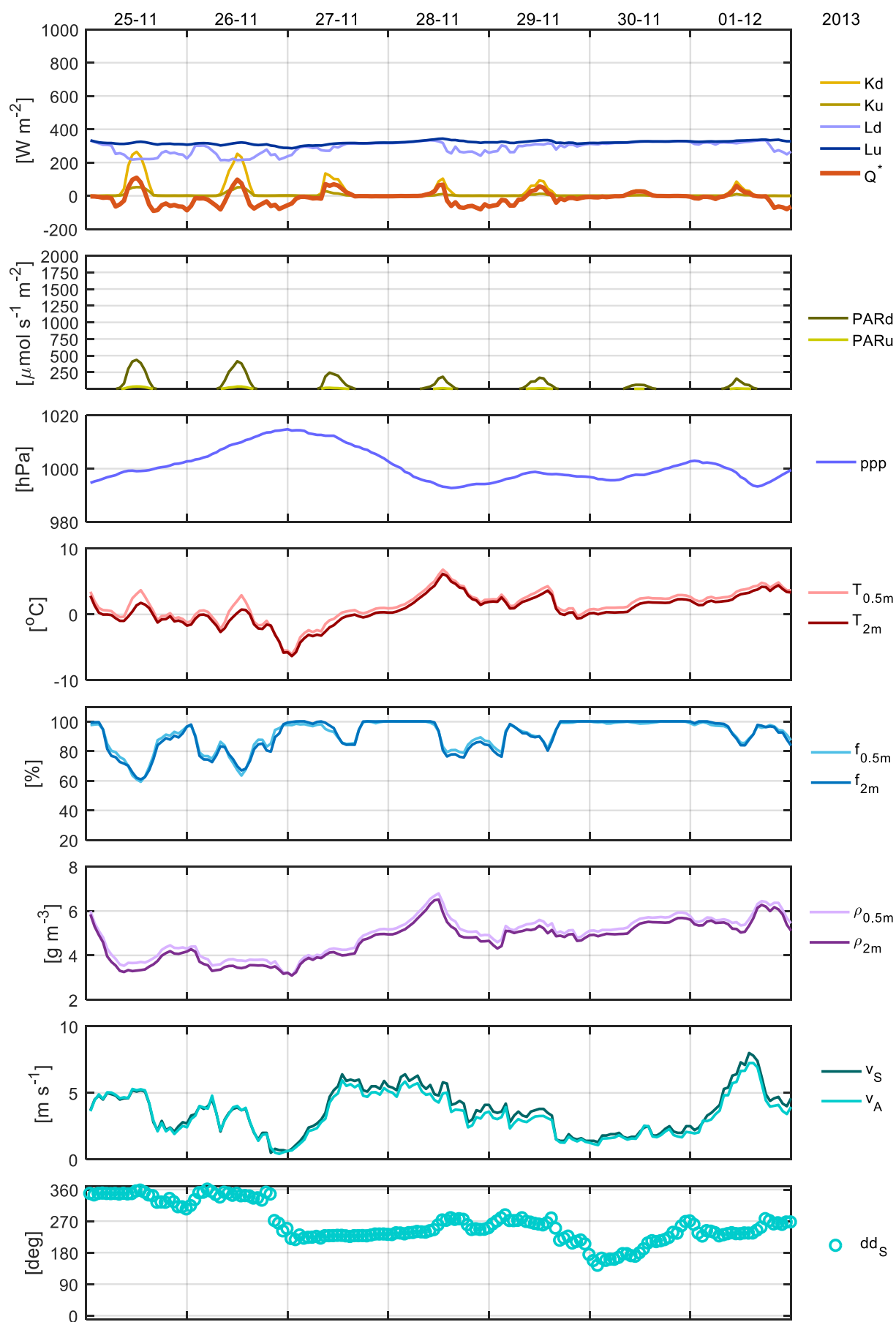


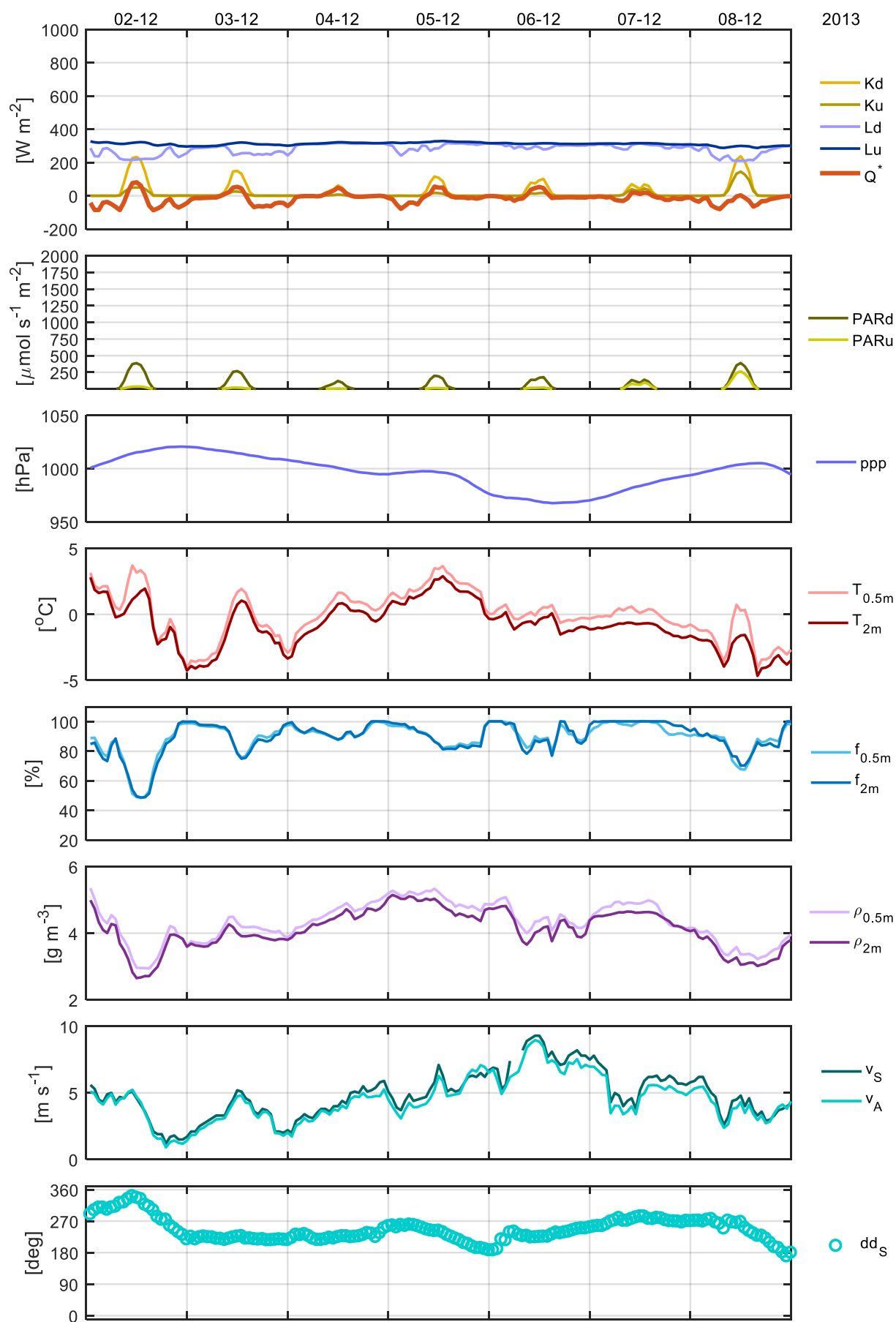


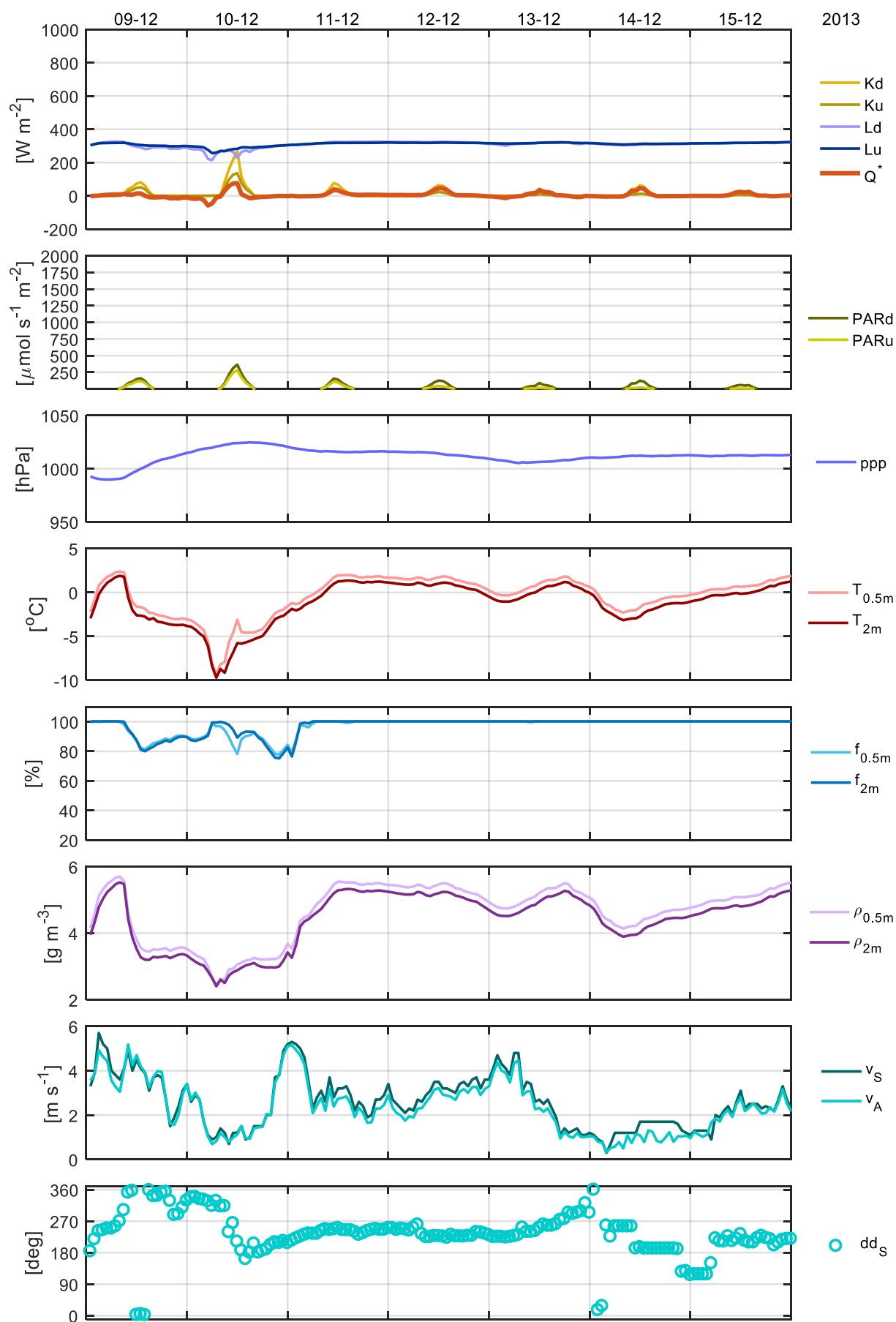


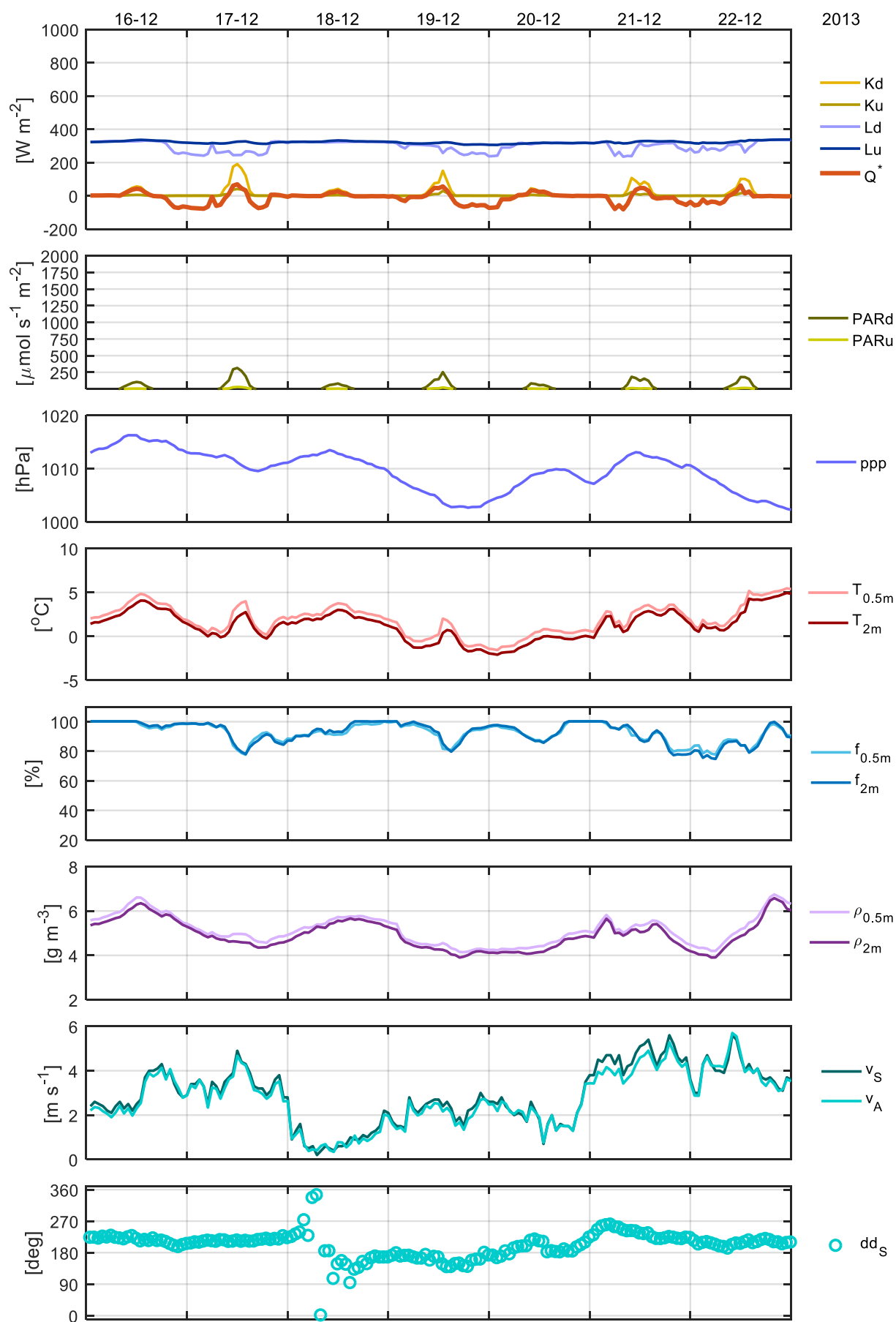


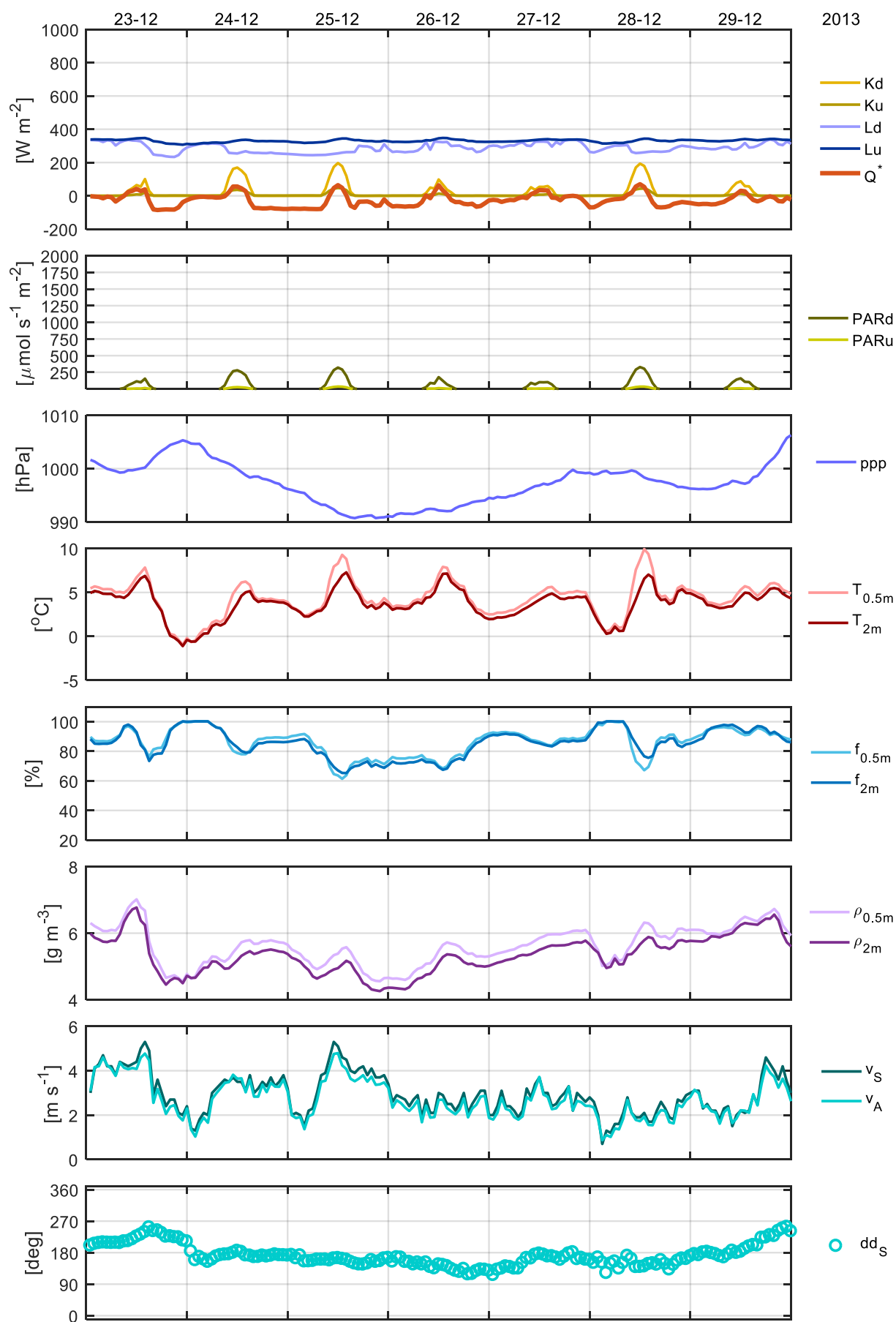


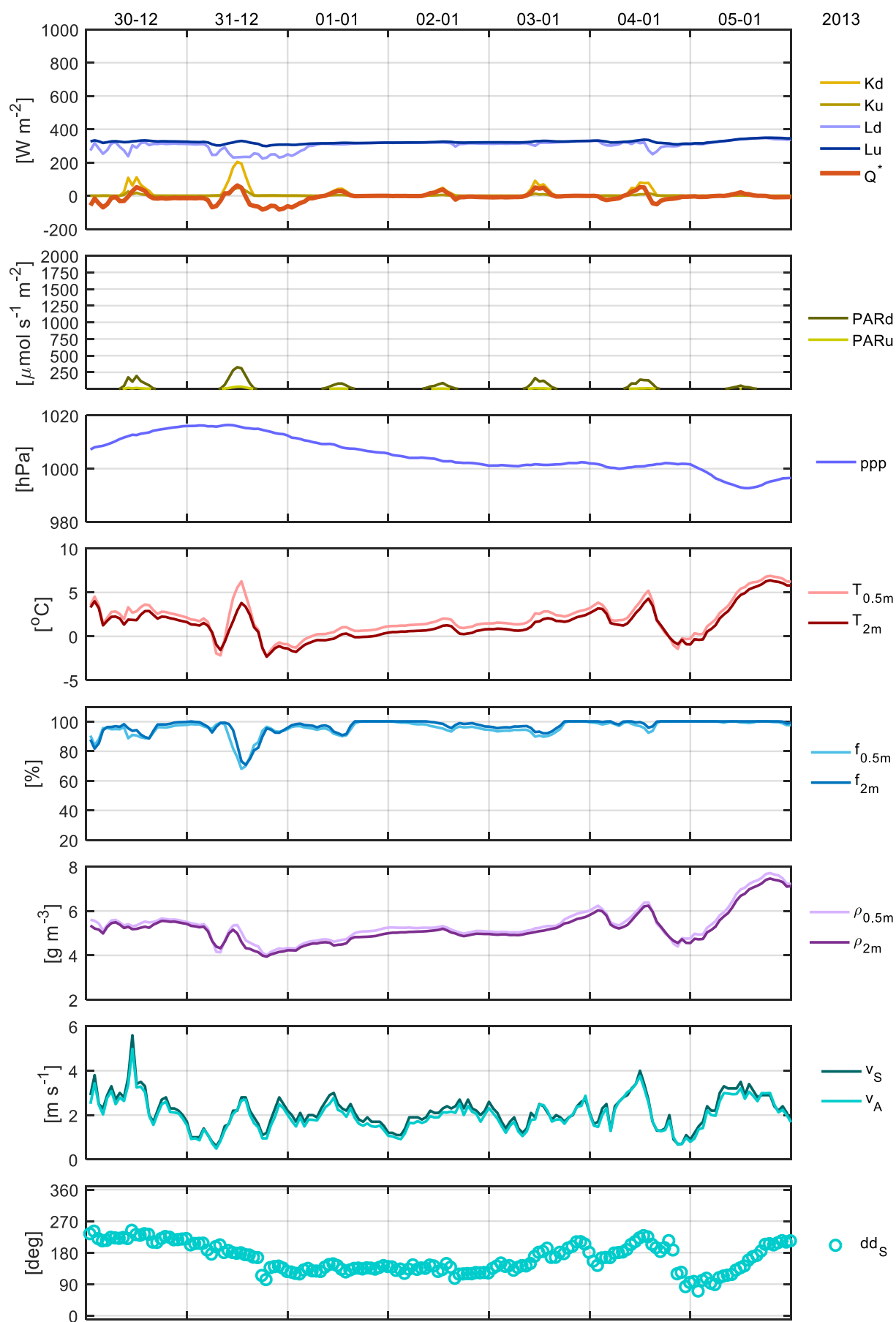












6. Spis literatury

- Banaszuk, H., Micun, K., 2009, Kształtowanie i ewolucja dolin rzecznych dużych obniżeniach wytopiskowych na obszarze niziny Północnopodlaskiej, *Prace i Studia Geograficzne*, 41, 25–36.
- Banaszuk, H. (red.), 2004, *Kotlina Biebrzańska i Biebrzański Park Narodowy. Monografia Przyrodnicza*, Wyd. Ekonomia i Środowisko, Białystok.
- Bartoszek, H., 2016, *Przyrodnicza bibliografia Kotliny Biebrzańskiej*. [Online]: <http://www.biebrza.org.pl/plik,3644,bibliografia-19022016-pdf.pdf>
- Fortuniak, K., (red.), 2016, *Wybrane problemy pomiarów wymiany gazowej pomiędzy powierzchnią Ziemi a atmosferą na terenach bagiennych. Doświadczenia trzyletnich pomiarów w Kopytkowie w Biebrzańskim Parku Narodowym*, Wyd. Katedra Meteorologii i Klimatologii WNG UŁ, Łódź, 1–144.
- Fortuniak, K., Pawlak, W., 2014, Preliminary results of net ecosystem exchange of greenhouse gases (CO₂, CH₄, H₂O) at wetland of Biebrza National Park, Poland, *Proceedings of the 4th International Field Symposium „West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past And Present”*, 04-17.08.2014, Novosibirsk, Russia, 141–143.
- Fortuniak, K., Pawlak, W., Bednorz, L., Grygoruk, M., Forysiak, J., Ziulkiewicz, M., Fortuniak, A., Okupny, D., 2016, Stanowisko pomiarów turbulencyjnych strumieni gazów cieplarnianych w Kopytkowie (Biebrzański Park Narodowy), w: K. Fortuniak (red.) *Wybrane problemy pomiarów wymiany gazowej pomiędzy powierzchnią Ziemi a atmosferą na terenach bagiennych. Doświadczenia trzyletnich pomiarów w Biebrzańskim Parku Narodowym*, Wyd. Katedra Meteorologii i Klimatologii WNG UŁ, Łódź, 19–31.
- Fortuniak, K., Pawlak, W., Siedlecki, M., Zieliński, M., 2013, Surface energy balance and exchange of greenhouse gases in Eastern Poland wetland – A new EC site in Biebrza National Park, *Proceedings of 7th Study Conference on BALTEX*, 10-14.06.2013, Borgholm, Sweden, 18–19.
- Fortuniak, K., Pawlak, W., Bednorz, L., Grygoruk, M., Siedlecki, M., Zieliński, M., 2017, Methane and carbon dioxide fluxes of a temperate mire in Central Europe, *Agricultural and Forest Meteorology*, 232, 306–318.
- Maksymiuk, A., Furmanczyk, K., Ignar, S., Krupa, J., Okruszko, T., 2008, Analiza zmienności parametrów klimatycznych i hydrologicznych w dolinie rzeki Biebrzy, *Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 17, 59–68.
- Okruszko, H., Oświt, J., 1969, Gleby mułowe na tle warunków doliny dolnej Biebrzy, *Roczniki Gleboznawcze*, 20(1), 25–49.
- Okupny, D., Fortuniak, K., Kloss, M., Ziulkiewicz, M., Forysiak, J., Fortuniak, A., Bednorz, L., Pawlak, W., 2016, Wstępna charakterystyka geologiczna i paleobotaniczna mokradła w Kopytkowie na tle analizy współczesnych warunków wodnych i szaty roślinnej (dolina Biebrzy, NE Polska), *Acta Geographica Lodziensia*, 104, 213–222.

- Pałczyński, A., 1975, Bagna Jaćwieskie. Pradolina Biebrzy. Zagadnienia geobotaniczne, paleofitosocjologiczne i gospodarcze. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria D, Monografie*, 145, 1–232.
- Pawlak, W., Fortuniak, K., Siedlecki, M., Zieliński, M., 2016, Urban - wetland contrast in turbulent exchange of methane, *Atmospheric Environment*, 145, 176–191.
- Siedlecki, M., Pawlak, W., Fortuniak, K., Zieliński, M., 2016, Wetland Evapotranspiration: Eddy Covariance Measurement in the Biebrza Valley, Poland, *Wetlands*, 36(6), 1055–1067.
- Ziułkiewicz, M., Forysiak, J., Fortuniak, A., Fortuniak, K., Kloss, M., Okupny, D., 2014, Selected environmental characteristics of the greenhouse gases measurement site at wetland of the Biebrza National Park, Poland, *Proceedings of the 4th International Field Symposium „West Siberian Peatlands and Carbon Cycle: Past And Present”*, 04-17.08.2014, Novosibirsk, Russia, 152–154.
- Żurek, S., 1975, Geneza zabagnienia Pradoliny Biebrzy, *Prace Geograficzne IGiPZ PAN*, 110, 1–107.
- Żurek, S., 1990, Związek procesów zatorfienia z elementami środowiska przyrodniczego wschodniej Polski. *Roczniki Nauk Rolniczych, Seria D, Monografie*, 220, 1–174.



ISBN 978-83-944039-1-1